



Secretaría

Distr.
GENERAL

ST/SG/AC.10/23/Add.3
21 de febrero de 1997

ESPAÑOL
Original: FRANCES/INGLES

COMITE DE EXPERTOS EN TRANSPORTE
DE MERCADERIAS PELIGROSAS

INFORME DEL COMITE DE EXPERTOS SOBRE SU 19º PERIODO DE SESIONES
(2 a 10 de diciembre de 1996)

Adición 3

Anexo 5

Capítulo 4.2: UTILIZACION DE CISTERNAS PORTATILES

Capítulo 6.6: DISPOSICIONES RELATIVAS AL PROYECTO, LA CONSTRUCCION,
LA INSPECCION Y LA PRUEBA DE CISTERNAS PORTATILES

Capítulo 4.2

UTILIZACION DE CISTERNAS PORTATILES

4.2.1. Disposiciones generales relativas a la utilización de cisternas portátiles para el transporte de sustancias de las clases 3 a 9

4.2.1.1. En esta sección se enuncian disposiciones generales aplicables a la utilización de cisternas portátiles para transportar sustancias de las clases 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9. Además de cumplir estas disposiciones generales, las cisternas portátiles deberán cumplir las relativas a su proyecto, construcción, inspección y prueba que se especifican en la sección 6.6.2. El transporte de sustancias en cisternas portátiles debe ajustarse a las instrucciones correspondientes sobre cisternas portátiles, que figuran en la columna 10 de la Lista de Mercancías Peligrosas y se describen en el párrafo 4.2.4.2.6 (T1 a T34, T50 y T75), y a las disposiciones especiales para cisternas portátiles que se asignan a cada sustancia en la columna 11 de la Lista de Mercancías Peligrosas.

4.2.1.2. Durante el transporte, las cisternas portátiles deben estar adecuadamente protegidas contra daños al depósito y los elementos de servicio resultantes de choques laterales y longitudinales y de vuelcos. Esa protección no es necesaria si los depósitos y los elementos de servicio están contruidos para resistir los choques o los vuelcos. En el párrafo 6.6.2.17.5 se dan ejemplos de dicha protección.

4.2.1.3. Ciertas sustancias son químicamente inestables. No deben ser aceptadas para el transporte más que si se han tomado las medidas necesarias para impedir que se descompongan, se transformen o se polimericen peligrosamente durante el transporte. Con este fin, se debe procurar en especial que los depósitos no contengan sustancias que puedan favorecer esas reacciones.

4.2.1.4. La temperatura de la superficie exterior del depósito de la cisterna, con exclusión de las aberturas y sus cierres o del aislamiento térmico, no debe exceder de 70 ° C durante el transporte. Cuando se transportan mercancías peligrosas a temperaturas elevadas, en estado líquido o sólido, el depósito debe tener un aislamiento térmico para cumplir esa condición.

4.2.1.5. Las cisternas portátiles vacías que no estén limpias y sin gases deben cumplir los mismos requisitos que las cisternas llenas de la sustancia anteriormente transportada.

4.2.1.6. No deben transportarse en compartimientos adyacentes de depósitos sustancias que puedan reaccionar peligrosamente entre sí y provocar:

- a) combustión y/o desprendimiento considerable de calor;
- b) desprendimiento de gases inflamables, tóxicos o asfixiantes;

- c) la formación de sustancias corrosivas;
- d) la formación de sustancias inestables;
- e) un aumento peligroso de la presión.

4.2.1.7. El certificado de aprobación del diseño, el informe de prueba y el certificado que indique los resultados de la inspección y las pruebas iniciales de cada cisterna portátil expedidos por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada deben ser conservados por la autoridad o la entidad y por el propietario de la cisterna. Los propietarios deben poder presentar esta documentación cuando la solicite una autoridad competente.

4.2.1.8. A menos que el nombre de la(s) sustancia(s) transportada(s) figure en la placa de metal descrita en el párrafo 6.6.2.20.2, el expedidor, el destinatario o el agente, según proceda, deben presentar, cuando la autoridad competente o la entidad por ella autorizada lo soliciten, copia del certificado que se menciona en el párrafo 6.6.2.18.1.

4.2.1.9. Tasa de llenado

4.2.1.9.1. Antes de proceder al llenado, el expedidor debe comprobar que se esté utilizando la cisterna portátil adecuada y que ésta no se cargue con sustancias que, al entrar en contacto con los materiales del depósito, las juntas, los elementos de servicio o los posibles revestimientos protectores, puedan reaccionar peligrosamente con ellos dando lugar a productos peligrosos o debilitando considerablemente el material. El expedidor tal vez necesite consultar al fabricante de la sustancia y a la autoridad competente para que le orienten respecto de la compatibilidad de la sustancia con los materiales de la cisterna portátil.

4.2.1.9.1.1. Las cisternas portátiles no deben llenarse más de lo dispuesto en los párrafos 4.2.1.9.2 a 4.2.1.9.6. En las disposiciones especiales para cisternas portátiles que figuran en la parte 4.2.4.3. y en la columna 11 de la Lista de Mercancías Peligrosas se indica cuál de los párrafos 4.2.1.9.2, 4.2.1.9.3 ó 4.2.1.9.5.1 es aplicable a determinadas sustancias.

4.2.1.9.2. La tasa máxima de llenado (en %) se determina en general mediante la fórmula:

$$Tasa\ de\ llenado = \frac{97}{1 + \alpha (t_r - t_f)}$$

4.2.1.9.3. La tasa máxima de llenado (en %) con líquidos de la división 6.1 y la clase 8, pertenecientes a los grupos de embalaje/envasado I y II, y con

los que tengan una presión absoluta de vapor de más de 175 kPa (1,75 bar) a 65 °C, se determina mediante la fórmula:

$$\text{Tasa de llenado} = \frac{95}{1 + \alpha (t_r - t_f)}$$

4.2.1.9.4. En estas fórmulas, α es el coeficiente medio de dilatación cúbica del líquido entre su temperatura media durante el llenado (t_f) y la temperatura media máxima de la carga durante el transporte (t_r) (ambas en °C). Para los líquidos que se transportan en las condiciones ambientales, α se puede calcular mediante la fórmula:

$$\alpha = \frac{d_{15} - d_{50}}{35 d_{50}}$$

en la que d_{15} y d_{50} representan la densidad del líquido a 15 °C y 50 °C, respectivamente.

4.2.1.9.4.1. La temperatura media máxima de la carga (t_r) debe fijarse a 50 °C; no obstante, para los viajes que se realicen en condiciones climáticas templadas o extremas, las autoridades competentes interesadas podrán aceptar una temperatura inferior o exigir una superior, según proceda.

4.2.1.9.5. Las disposiciones de los párrafos 4.2.1.9.2 a 4.2.1.9.4.1 no se aplican a cisternas portátiles que contengan sustancias mantenidas a una temperatura superior a los 50 °C durante el transporte (por ejemplo, mediante un dispositivo de calentamiento). En el caso de las cisternas portátiles provistas de un dispositivo de calentamiento, se utilizará un regulador de temperatura para asegurar que la tasa máxima de llenado no exceda del 95% en ningún momento durante el transporte.

4.2.1.9.5.1. La tasa máxima de llenado (en %) con líquidos transportados en condiciones de elevada temperatura se determina mediante la fórmula:

$$\text{Tasa de llenado} = 95 \frac{d_r}{d_f}$$

en la que d_f y d_r representan las densidades del líquido a su temperatura media durante el llenado y a la temperatura media máxima de la carga durante el transporte, respectivamente.

4.2.1.9.6. No se deben presentar para su transporte cisternas portátiles:

- a) con una tasa de llenado, para líquidos de viscosidad inferior a 2.680 mm²/s a 20°C, de más del 20% pero de menos del 80%, de no estar sus depósitos divididos, por tabiques o por placas de contención del movimiento del líquido, en secciones de no más de 7.500 l de capacidad;

- b) que tengan residuos de mercancías transportadas previamente adheridos al exterior del depósito o de los elementos de servicio;
- c) que tengan escapes o daños de tal magnitud que puedan afectar a la integridad de la cisterna portátil o de sus elementos de elevación o de fijación; y
- d) cuyos elementos de servicio no hayan sido examinados y considerados en buen estado de funcionamiento.

4.2.1.10. Disposiciones generales adicionales aplicables al transporte de sustancias de la clase 3 en cisternas portátiles

4.2.1.10.1. Todas las cisternas portátiles destinadas al transporte de líquidos inflamables deben estar cerradas completamente y estar provistas de dispositivos de reducción de la presión de conformidad con lo indicado en los párrafos 6.6.2.8 a 6.6.2.15.

4.2.1.10.1.1. En el caso de las cisternas portátiles destinadas exclusivamente al transporte por tierra, los reglamentos aplicables a ese modo de transporte pueden permitir la utilización de sistemas de aireación abiertos.

4.2.1.11. Disposiciones generales adicionales aplicables al transporte de sustancias de la clase 4 en cisternas portátiles

4.2.1.11.1. A las sustancias de la clase 4 no se les aplica ninguna disposición adicional específica. En general, las sustancias de la división 4.1 pueden transportarse con toda seguridad en contenedores distintos de las cisternas portátiles.

4.2.1.12. Disposiciones generales adicionales aplicables al transporte de sustancias de la división 5.1 en cisternas portátiles

[Reservado.]

4.2.1.13. Disposiciones generales adicionales aplicables al transporte de sustancias de la división 5.2 en cisternas portátiles

4.2.1.13.1. Todos los peróxidos orgánicos deberán haberse sometido a las pruebas correspondientes, y habrá de someterse a la aprobación de las autoridades competentes del país de origen el oportuno informe. Deberá enviarse a las autoridades competentes del país de destino una notificación al respecto, con la información pertinente a las condiciones de transporte de la sustancia, y el informe de los resultados de las pruebas. Entre éstas, deberán efectuarse las que permitan:

- a) verificar la compatibilidad de todos los materiales que, normalmente, están en contacto con la sustancia durante el transporte;

- b) obtener los datos necesarios para proyectar los dispositivos de reducción de la presión, normales y de urgencia, teniendo en cuenta las características de construcción de la cisterna portátil.

En el informe se pormenorizarán los requisitos especiales que sean necesarios desde el punto de vista de la seguridad de transporte de la sustancia en cuestión.

4.2.1.13.2. Las disposiciones que van a continuación se aplican a cisternas portátiles destinadas al transporte de los peróxidos orgánicos (tipo F) que tienen una temperatura de descomposición autoacelerada (TDAA) de 55°C o más. En caso de discrepancia con las formuladas en la sección 6.6.2, prevalecerán las presentes disposiciones. Las contingencias que han de tenerse en cuenta son la descomposición autoacelerada del peróxido orgánico y las situaciones en que la cisterna pueda quedar envuelta en llamas, según se prevé en el párrafo 4.2.1.13.8.

4.2.1.13.3. Con respecto a los peróxidos orgánicos de TDAA inferior a 55°C, las normas adicionales relativas al transporte en cisternas portátiles deberán formularlas las autoridades competentes del país de origen, y se enviará la correspondiente notificación a las autoridades competentes del país de destino.

4.2.1.13.4. Las cisternas portátiles deberán proyectarse para una presión de prueba de 0,4 MPa (4 bar) como mínimo.

4.2.1.13.5. Las cisternas portátiles deberán ir provistas de dispositivos termosensibles.

4.2.1.13.6. Las cisternas portátiles deberán ir provistas de dispositivos de reducción de la presión, normales y de urgencia. Podrán también utilizarse dispositivos de depresión. Los dispositivos de reducción de la presión deberán funcionar a presiones que estén en función de las propiedades del peróxido orgánico y de las características de construcción de la cisterna portátil. No se permite instalar elementos fusibles en el depósito de ésta.

4.2.1.13.7. Como dispositivos de reducción de la presión deberán emplearse válvulas de muelle, adaptadas de manera que impidan una excesiva acumulación en el interior de la cisterna portátil de los productos de descomposición y vapores que se desprendan a 50° C de temperatura. La capacidad de las válvulas y la presión a la que comiencen a funcionar se harán depender de los resultados de las pruebas especificadas en el párrafo 4.2.1.13.1. No obstante, dicha presión nunca deberá ser tal que, en caso de vuelco de la cisterna portátil, se produjesen fugas de líquido por la(s) válvula(s).

4.2.1.13.8. Los dispositivos de reducción de la presión para situaciones de urgencia podrán ser del tipo de muelle o frangibles y estarán concebidos de manera que den salida a todos los productos de descomposición y vapores que

se desprendan estando la cisterna totalmente envuelta en llamas durante una hora como mínimo, según se puede calcular mediante la fórmula siguiente:

$$q = 70961 F A^{0.82}$$

en la que:

q = absorción de calor (W)

A = superficie en contacto con el líquido [m²]

F = factor de aislamiento [-];

F = 1 si la cisterna no tiene aislamiento, o

$$F = \frac{U (923 - T_{PO})}{47032} \text{ en las cisternas aisladas}$$

siendo:

K = conductividad térmica de la capa aislante [W.m⁻¹.K⁻¹]

L = espesor de la capa aislante [m]

U = K/L = coeficiente de transmisión de calor del aislamiento [W.m⁻².K⁻¹]

T_{po} = temperatura del peróxido en las condiciones de reducción de la presión [K]

La presión de apertura de los dispositivos de urgencia deberá ser superior a la especificada en el párrafo 4.2.1.13.7 y se hará depender de los resultados de las pruebas a que se refiere el párrafo 4.2.1.13.1. Las dimensiones de los dispositivos de urgencia deberán ser tales que la presión máxima en el interior de la cisterna no sobrepase nunca la presión de prueba de ésta.

Nota: En el apéndice 5 de las Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas, Manual de pruebas y criterios, figura un método para determinar las dimensiones de los dispositivos de reducción de la presión para situaciones de urgencia.

4.2.1.13.9. En el caso de las cisternas portátiles que lleven aislamiento, la capacidad de los dispositivos de reducción de la presión para situaciones de urgencia y su ajuste se determinarán suponiendo que se produce una pérdida de aislamiento en el 1% de la superficie externa.

4.2.1.13.10. Los dispositivos de depresión y las válvulas de muelle deberán ir provistos de parallamas. Deberá tenerse en cuenta la disminución de capacidad de dichos dispositivos y válvulas por efecto de los parallamas.

4.2.1.13.11. Los elementos de servicio, tales como las válvulas y tubos exteriores, deberán ir dispuestos de manera que no quede en ellos ningún resto de peróxido orgánico tras haberse llenado la cisterna portátil.

4.2.1.13.12. Las cisternas portátiles podrán llevar aislamiento o ir protegidas por una cubierta contra el sol. Si la TDAA del peróxido orgánico en el interior de la cisterna portátil es de 55°C o menos, o si la cisterna portátil es de aluminio, ésta deberá ir aislada en su totalidad. La superficie externa deberá tener un acabado de color blanco o de metal brillante.

4.2.1.13.13. La tasa de llenado no sobrepasará el 90% a 15°C.

4.2.1.13.14. Además de los datos a que se refiere el párrafo 6.6.2.20.2, se marcarán el número NU y el nombre técnico, con la concentración que se autorice respecto del peróxido orgánico en cuestión.

4.2.1.13.15. Los peróxidos orgánicos expresamente mencionados en la instrucción sobre cisternas portátiles T34, que figura en el párrafo 4.2.4.2.6, pueden transportarse en cisternas portátiles.

4.2.1.14. Disposiciones generales adicionales aplicables al transporte de sustancias de la división 6.1 en cisternas portátiles

[Reservado.]

4.2.1.15. Disposiciones generales adicionales aplicables al transporte de sustancias de la clase 7 en cisternas portátiles

4.2.1.15.1. En la utilización de cisternas portátiles para el transporte de material radiactivo deben cumplirse las disposiciones del Reglamento del OIEA para el transporte (Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos (edición de 1996), IAEA Safety Standards Series N° ST-1), además de las recomendaciones de la presente sección.

4.2.1.15.2. Las cisternas portátiles que se dediquen al transporte de material radiactivo no deben utilizarse para el de otras mercancías.

4.2.1.15.3. El grado de llenado de las cisternas portátiles no debe exceder del 90%, o de cualquier otra proporción que aprueben las autoridades competentes.

4.2.1.16. Disposiciones generales adicionales aplicables al transporte de sustancias de la clase 8 en cisternas portátiles

4.2.1.16.1. Los dispositivos de reducción de la presión de las cisternas portátiles que se utilicen para el transporte de sustancias de la clase 8 deben ser inspeccionados a intervalos que no excedan de un año.

4.2.1.17. Disposiciones generales adicionales aplicables al transporte de sustancias de la clase 9 en cisternas portátiles

[Reservado.]

4.2.2. Disposiciones generales relativas a la utilización de cisternas portátiles para el transporte de gases licuados no refrigerados

4.2.2.1. La presente sección contiene disposiciones generales aplicables a la utilización de cisternas portátiles para el transporte de gases licuados no refrigerados.

4.2.2.2. Las cisternas portátiles deben cumplir las disposiciones relativas al proyecto, construcción, inspección y prueba que se especifican en la sección 6.6.3. El transporte en cisternas portátiles de gases licuados no refrigerados debe ajustarse a la instrucción sobre cisternas portátiles T50 que figura en el párrafo 4.2.4.2.6 y a toda disposición especial para cisternas portátiles asignada a gases licuados refrigerados determinados en la columna 11 de la Lista de Mercancías Peligrosas y descrita en la parte 4.2.4.3.

4.2.2.3. Durante el transporte, las cisternas portátiles deben estar adecuadamente protegidas contra daños al depósito y los elementos de servicio resultantes de choques laterales y longitudinales y de vuelcos. Esa protección no es necesaria si los depósitos y los elementos de servicio están contruidos para resistir los choques o los vuelcos. En el párrafo 6.6.3.13.5 se dan ejemplos de dicha protección.

4.2.2.4. Ciertos gases licuados no refrigerados son químicamente inestables. No deben ser aceptados para el transporte más que si se han tomado las medidas necesarias para impedir que se descompongan, se transformen o se polimericen peligrosamente durante el transporte. Con este fin, se debe procurar en especial que las cisternas portátiles no contengan ningún gas licuado no refrigerado que pueda favorecer esas reacciones.

4.2.2.5. A menos que el nombre de las mercancías peligrosas transportadas figure en la placa de metal descrita en el párrafo 6.6.3.16.2, el expedidor, el destinatario o el agente, según proceda, deben presentar, cuando la autoridad competente lo solicite, copia del certificado que se menciona en el párrafo 6.6.3.14.1.

4.2.2.6. Las cisternas portátiles vacías que no estén limpias y sin gases deben cumplir los mismos requisitos que las cisternas portátiles llenas del gas licuado no refrigerado anteriormente transportado.

4.2.2.7. Llenado

4.2.2.7.1. Antes de proceder al llenado, el expedidor debe comprobar que se esté utilizando la cisterna portátil aprobada para el gas licuado no refrigerado que se va a transportar y que ésta no se cargue con gases licuados no refrigerados que, al entrar en contacto con los materiales del

depósito, las juntas o los elementos de servicio, puedan reaccionar peligrosamente con ellos dando lugar a productos peligrosos o debilitando considerablemente el material. Durante el llenado, la temperatura del gas licuado no refrigerado debe permanecer dentro de los límites de la gama de temperaturas de cálculo.

4.2.2.7.2. La masa máxima de gas licuado no refrigerado por litro de capacidad del depósito (kg/l) no debe exceder de la densidad del gas licuado no refrigerado a 50 °C multiplicada por 0,95. Además, el depósito no debe estar enteramente lleno de líquido a 60 °C.

4.2.2.7.3. Las cisternas portátiles no deben llenarse por encima de su peso bruto máximo autorizado ni de la carga máxima autorizada para cada gas que vaya a transportarse.

4.2.2.8. No se deben presentar para su transporte cisternas portátiles:

- a) que, por no estar suficientemente llenas, hagan posible un movimiento del contenido en su interior que pueda producir fuerzas hidráulicas inaceptables;
- b) que tengan escapes;
- c) que tengan daños de tal magnitud que puedan afectar a la integridad de la cisterna portátil o de sus elementos de elevación o de fijación, y
- d) cuyos elementos de servicio no hayan sido examinados y considerados en buen estado de funcionamiento.

4.2.3. Disposiciones generales relativas a la utilización de cisternas portátiles para el transporte de gases licuados refrigerados

4.2.3.1. La presente sección contiene disposiciones generales aplicables a la utilización de cisternas portátiles para el transporte de gases licuados refrigerados.

4.2.3.2. Las cisternas portátiles deben cumplir las disposiciones relativas al proyecto, construcción, inspección y prueba que se especifican en la sección 6.6.3. El transporte en cisternas portátiles de gases licuados refrigerados debe ajustarse a la instrucción sobre cisternas portátiles T75 que figura en el párrafo 4.2.4.2.6 y a toda disposición especial para cisternas portátiles asignada a cada sustancia en la Lista de Mercancías Peligrosas y descrita en la parte 4.2.4.3.

4.2.3.3. Durante el transporte, las cisternas portátiles deben estar adecuadamente protegidas contra daños al depósito y los elementos de servicio resultantes de choques laterales y longitudinales y de vuelcos. Esa protección no es necesaria si los depósitos y los elementos de servicio están contruidos para resistir los choques o los vuelcos. En el párrafo 6.6.4.12.5 se dan ejemplos de dicha protección.

4.2.3.4. A menos que el nombre de las mercancías peligrosas transportadas figure en la placa de metal descrita en el párrafo 6.6.4.15.2, el expedidor, el destinatario o el agente, según proceda, deben presentar, cuando la autoridad competente lo solicite, copia del certificado que se menciona en el párrafo 6.6.4.13.1.

4.2.3.5. Las cisternas portátiles vacías que no estén limpias y sin gases deben cumplir los mismos requisitos que las cisternas portátiles llenas de la sustancia anteriormente transportada.

4.2.3.6. Llenado

4.2.3.6.1. Antes de proceder al llenado, el expedidor debe comprobar que se esté utilizando la cisterna portátil aprobada para el gas licuado refrigerado que se va a transportar y que ésta no se cargue con gases licuados refrigerados que, al entrar en contacto con los materiales del depósito, las juntas o los elementos de servicio, puedan reaccionar peligrosamente con ellos dando lugar a productos peligrosos o debilitando considerablemente el material. Durante el llenado, la temperatura del gas licuado refrigerado debe permanecer dentro de los límites de la gama de temperaturas de cálculo.

4.2.3.6.2. Al determinar el grado inicial de llenado debe tenerse en cuenta el tiempo de retención necesario para el viaje previsto y cualquier posible retraso. Con la excepción de lo previsto en los párrafos 4.2.3.6.3 y 4.2.3.6.4, el grado inicial de llenado del depósito debe ser tal que, si se eleva la temperatura del contenido -exceptuado el helio- a un grado en que la presión de vapor sea igual a la presión de servicio máxima autorizada, el volumen ocupado por el líquido no exceda del 98%.

4.2.3.6.3. Los depósitos que se destinen al transporte de helio pueden cargarse, como máximo, hasta la altura del orificio de admisión de la válvula de reducción de la presión.

4.2.3.6.4. Si las autoridades competentes lo autorizan, se podrá permitir un grado inicial de llenado más elevado cuando el viaje previsto sea considerablemente más corto que el tiempo de retención.

4.2.3.7. Tiempo de retención real

El tiempo de retención real se debe calcular para cada viaje conforme al procedimiento aceptado por la autoridad competente y sobre la base de lo siguiente:

- a) el tiempo de retención de referencia del gas licuado refrigerado que se va a transportar (véase 6.6.4.2.8.1) (según se indica en la placa mencionada en el párrafo 6.6.4.15.1);
- b) la densidad de llenado real;
- c) la presión de llenado real;

- d) la presión más baja a que se han ajustado los dispositivos de limitación de la presión.

4.2.3.7.1. El tiempo de retención real se debe marcar en la propia cisterna portátil o en una placa metálica firmemente fijada a la misma, de conformidad con lo especificado en el párrafo 6.6.4.15.2.

4.2.3.8. No se deben presentar para su transporte cisternas portátiles:

- a) que, por no estar suficientemente llenas, hagan posible un movimiento del contenido en su interior que pueda producir fuerzas hidráulicas inaceptables;
- b) que tengan escapes;
- c) que tengan daños de tal magnitud que puedan afectar a la integridad de la cisterna portátil o de sus elementos de elevación o de fijación;
- d) cuyos elementos de servicio no hayan sido examinados y considerados en buen estado de funcionamiento;
- e) cuyo tiempo de retención real para el gas licuado refrigerado que se transporta no se haya determinado de conformidad con lo estipulado en el párrafo 4.2.3.7 y que no hayan sido marcadas en conformidad con lo estipulado en el párrafo 6.6.4.15.2; y
- f) cuyo transporte, una vez tomado en consideración cualquier posible retraso, tenga una duración superior al tiempo de retención real.

4.2.4. Instrucciones y disposiciones especiales sobre cisternas portátiles

4.2.4.1. Generalidades

4.2.4.1.1. En esta sección figuran las instrucciones y las disposiciones especiales sobre cisternas portátiles aplicables a las mercancías peligrosas cuyo transporte se permite en ese tipo de cisternas. Cada instrucción se identifica mediante una indicación alfanumérica (T1 a T36). En la columna 10 de la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2 se indica la instrucción sobre cisternas portátiles que se aplicará a cada una de las sustancias cuyo transporte se permite en cisternas portátiles. Si en la columna 10 no aparece ninguna instrucción para una mercancía peligrosa determinada, el transporte de esa sustancia en cisternas portátiles no está permitido, a menos que la autoridad competente lo autorice según se detalla en el párrafo 6.6.1.3. Las disposiciones especiales para cisternas portátiles se aplican a determinadas mercancías peligrosas de la columna 11 de la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2. Cada disposición especial se identifica mediante una indicación alfanumérica (TP1 a TP24). La parte 4.2.4.3 contiene una lista de las disposiciones especiales para cisternas portátiles.

4.2.4.2. Instrucciones sobre cisternas portátiles

4.2.4.2.1. Las instrucciones sobre cisternas portátiles se aplican a las mercancías peligrosas de las clases 2 a 9. Las instrucciones proporcionan información específica sobre los requisitos en materia de cisternas portátiles aplicables a determinadas sustancias. Esos requisitos se deben cumplir además de las disposiciones generales del presente capítulo y del capítulo 6.6.

4.2.4.2.2. En el caso de las sustancias de las clases 3 a 9, las instrucciones sobre cisternas portátiles (T1-T34) indican la presión de prueba mínima aplicable, el espesor mínimo de la chapa del depósito (en acero de referencia), los requisitos en materia de aberturas en la parte baja y los requisitos en materia de regulación de la presión. En T34, División 5.2, se enumeran los peróxidos orgánicos cuyo transporte en cisternas portátiles está permitido, junto con las temperaturas de regulación y de emergencia aplicables.

4.2.4.2.3. Los gases licuados no refrigerados se asignan a la instrucción T50. En ésta se prevén las presiones de servicio máximas autorizadas y los requisitos en materia de aberturas en la parte baja, de regulación de la presión y de llenado en el caso de los gases licuados no refrigerados cuyo transporte en cisternas portátiles está permitido.

4.2.4.2.4. Los gases licuados refrigerados se asignan a la instrucción T75.

4.2.4.2.5. Determinación de las instrucciones apropiadas sobre cisternas portátiles.

Cuando en la columna 10 se especifica una instrucción sobre cisternas portátiles para una mercancía peligrosa determinada, pueden utilizarse cisternas portátiles adicionales con presiones de prueba más elevadas, paredes más espesas y dispositivos más seguros de abertura del fondo y de regulación de la presión. Las siguientes directrices se aplican a la determinación de las cisternas portátiles apropiadas que pueden utilizarse para el transporte de determinadas sustancias.

Instrucción especificada	Instrucciones también permitidas
T1	T2 a T33
T2	T4 a T33
T3	T4 a T33
T4	T5 a T33
T5	T6, T8, T9, T11, T12, T15, T16, T19, T20, T21, T22, T23, T26, T27, T29, T30, T31, T32, T33
T6	T9, T12, T16, T20, T22, T23, T27, T29, T30, T31, T33

Instrucción especificada	Instrucciones también permitidas
T7	T8 a T12, T17 a T23, T28 a T33
T8	T9, T11, T12, T15, T19, T20, T21, T22, T23, T29 a T33
T9	T12, T20, T22, T23, T29, T30, T31, T33
T10	T11, T12, T21, T22, T23, T30, T32, T33
T11	T12, T21, T22, T23, T30, T32, T33
T12	T22, T23, T30, T33
T13	T14 a T33
T14	T16, T18, T20, T22, T23, T25, T29, T30, T31, T33
T15	T16, T19, T20, T21, T22, T23, T26, T27, T29 a T33
T16	T20, T22, T23, T27, T29, T30, T31, T33
T17	T18 a T23, T28 a T33
T18	T20, T22, T23, T29, T30, T31, T33
T19	T20, T21, T22, T23, T29, T30, T31, T32, T33
T20	T22, T23, T29, T30, T31, T33
T21	T22, T23, T30, T32, T33
T22	T23, T30, T33
T23	Ninguna
T24	T25 a T33
T25	T27, T29, T30, T31, T33
T26	T27, T29 a T33
T27	T29, T30, T31, T33
T28	T29 a T33
T29	T30, T31
T30	T33
T31	T33
T32	T33
T33	Ninguna

4.2.4.2.6 Instrucciones sobre cisternas portátiles

T1-T33		INSTRUCCIONES SOBRE CISTERNAS PORTATILES			T1-T33
Estas instrucciones se aplican a las sustancias líquidas y sólidas de las clases 3 a 9. Se deben cumplir las disposiciones generales de la sección 4.2.1 y las disposiciones de la sección 6.6.2.					
Instrucción	Presión mínima de prueba (bar)	Espesor mínimo de la chapa del depósito (en mm-acero de referencia) (véase 6.2.4)	Aberturas en la parte baja (véase 6.6.2.6)	Regulación de la presión (véase 6.6.2.8)	
T1	1,5	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.2	Normal	
T2	1,5	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Normal	
T3	2,65	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.2	Normal	
T4	2,65	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Normal	
T5	2,65	Véase 6.6.2.4.2	No permitidas	Normal	
T6	2,65	Véase 6.6.2.4.2	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3	
T7	2,65	6 mm	Véase 6.6.2.6.3	Normal	
T8	2,65	6 mm	No permitidas	Normal	
T9	2,65	6 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3	
T10	2,65	8 mm	Véase 6.6.2.6.3	Normal	
T11	2,65	8 mm	No permitidas	Normal	
T12	2,65	8 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3	
T13	4	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Normal	
T14	4	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Véase 6.6.2.8.3	
T15	4	Véase 6.6.2.4.2	No permitidas	Normal	
T16	4	Véase 6.6.2.4.2	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3	
T17	4	6 mm	Véase 6.6.2.6.3	Normal	
T18	4	6 mm	Véase 6.6.2.6.3	Véase 6.6.2.8.3	
T19	4	6 mm	No permitidas	Normal	
T20	4	6 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3	
T21	4	8 mm	No permitidas	Normal	

Instrucción	Presión mínima de prueba (bar)	Espesor mínimo de la chapa del depósito (en mm-acero de referencia) (véase 6.2.4)	Aberturas en la parte baja (véase 6.6.2.6)	Regulación de la presión (véase 6.6.2.8)
T22	4	8 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3
T23	4	12 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3
T24	6	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Normal
T25	6	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Véase 6.6.2.8.3
T26	6	Véase 6.6.2.4.2	No permitidas	Normal
T27	6	Véase 6.6.2.4.2	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3
T28	6	6 mm	Véase 6.6.2.6.3	Normal
T29	6	6 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3
T30	6	8 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3
T31	10	6 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3
T32	10	10 mm	No permitidas	Normal
T33	10	10 mm	No permitidas	Véase 6.6.2.8.3

Esta instrucción sobre cisternas portátiles se aplica a la división 5.2, peróxidos orgánicos. Se deben cumplir las disposiciones generales de la sección 4.2.1 y las disposiciones de la sección 6.6.2 se cumplirán. También se cumplirán las disposiciones especiales para las sustancias de la división 5.2 que figuran en 4.2.1.13.

Número NU	Peróxidos orgánicos	Presión mínima de prueba (bar)	Espesor mínimo de la chapa del depósito (mm-acero de referencia)	Aberturas en la parte baja	Regulación de la presión	Límites de llenado	Temperatura de regulación	Temperatura de emergencia
3109	<p>PEROXIDO ORGANICO LIQUIDO TIPO F</p> <p>Hidroperóxido de terc-butilo ¹, de una concentración máxima del 72%, con agua</p> <p>Hidroperóxido de cumilo, de una concentración máxima del 90% en diluyente del tipo A</p> <p>Peróxido de di-ter-butilo, de una concentración máxima del 32% en diluyente del tipo A</p> <p>Hidroperóxido de isopropilcumilo, de una concentración máxima del 72% en diluyente del tipo A</p> <p>Hidroperóxido de p-mentilo, de una concentración máxima del 72% en diluyente del tipo A</p> <p>Hidroperóxido de pinanilo, de una concentración máxima del 50% en diluyente del tipo A</p>	4	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Véase 6.6.2.8.2 4.2.1.13.6 4.2.1.13.7 4.2.1.13.8	Véase 4.2.1.13.13		
3110	<p>PEROXIDO ORGANICO SOLIDO TIPO F</p> <p>Peróxido de dicumilo ²</p>	4	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Véase 6.6.2.8.2, 4.2.1.13.6, 4.2.1.13.7, 4.2.1.13.8	Véase 4.2.1.13.13		

Número NU	Peróxidos orgánicos	Presión mínima de prueba (bar)	Espesor mínimo de la chapa del depósito (mm-acero de referencia)	Aberturas en la parte baja	Regulación de la presión	Límites de llenado	Temperatura de regulación	Temperatura de emergencia
3119	<p>PEROXIDOS ORGANICOS LIQUIDOS TIPO F, CON TEMPERATURA REGULADA</p> <p>Peroxiacetato de terc-butilo, de una concentración máxima del 32% en diluyente del tipo B</p> <p>Peroxiethylhexanoato de terc-butilo, de una concentración máxima del 32% en diluyente del tipo B</p> <p>Peroxi-pivalato de terc-butilo, de una concentración máxima del 27% en diluyente del tipo B</p> <p>Peroxi-3,5,5-trimetilhexanoato de terc-butilo, de una concentración máxima del 32% en diluyente del tipo B</p> <p>Peróxido de di-(3,5,5-trimetilhexanoílo), de una concentración máxima del 38% en diluyente del tipo A</p>	4	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Véase 6.6.2.8.2, 4.2.1.13.6, 4.2.1.13.7, 4.2.1.13.8	Véase 4.2.1.13.13	<p>+30°C</p> <p>+10°C</p> <p>-5°C</p> <p>+35°C</p> <p>-10°C</p>	<p>+35°C</p> <p>+15°C</p> <p>+5°C</p> <p>+40°C</p> <p>0°C</p>
3120	PEROXIDO ORGANICO SOLIDO TIPO F, CON TEMPERATURA REGULADA	4	Véase 6.6.2.4.2	Véase 6.6.2.6.3	Véase 6.6.2.8.2, 4.2.1.13.6, 4.2.1.13.7, 4.2.1.13.8	Véase 4.2.1.13.13		

1/ A condición de que se haya hecho lo necesario para obtener un grado de seguridad equivalente al de un 65% de hidropéroxido de terc-butilo y un 35% de agua.

2/ Cantidad máxima por recipiente, 2.000 kg.

T50		INSTRUCCION SOBRE CISTERNAS PORTATILES				T50
La presente instrucción sobre cisternas portátiles se aplica a los gases licuados no refrigerados. Se deben cumplir las disposiciones generales de la sección 4.2.2 y las disposiciones de la sección 6.6.3.						
Número NU	Gases licuados no refrigerados	Presión máxima de servicio autorizada (bar) pequeña; desnuda; con cubierta contra el sol; con aislamiento	Aberturas por debajo del nivel del líquido	Regulación de la presión (véase 6.6.3.7)	Densidad máxima de llenado (kg/l)	
1005	Amoníaco anhidro	29,0 25,7 22,0 19,7	Permitidas	Véase 6.6.3.7.3	0,53	
1009	Bromotrifluorometano (gas refrigerante R 13B1)	38,0 34,0 30,0 27,5	Permitidas	Normal	1,13	
1010	Butadienos estabilizados	7,5 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,55	
1011	Butano	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,51	
1012	Butileno	8,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,53	
1017	Cloro	19,0 17,0 15,0 13,5	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	1,25	
1018	Clorodifluorometano (gas refrigerante R 22)	26,0 24,0 21,0 19,0	Permitidas	Normal	1,03	
1020	Cloropentafluoretano (gas refrigerante R 115)	23,0 20,0 18,0 16,0	Permitidas	Normal	1,06	
1021	1-Cloro-1,2,2,2-tetrafluoretano (gas refrigerante R 124)	10,3 9,8 7,9 7,0	Permitidas	Normal	1,20	
1027	Ciclopropano	18,0 16,0 14,5 13,0	Permitidas	Normal	0,53	

Número NU	Gases licuados no refrigerados	Presión máxima de servicio autorizada (bar) pequeña; desnuda; con cubierta contra el sol; con aislamiento	Aberturas por debajo del nivel del líquido	Regulación de la presión (véase 6.6.3.7)	Densidad máxima de llenado (kg/l)
1028	Diclorodifluometano (gas refrigerante R 12)	16,0 15,0 13,0 11,5	Permitidas	Normal	1,15
1029	Diclorofluometano (gas refrigerante R 21)	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	1,23
1030	1,1-Difluoretano (gas refrigerante R 152a)	16,0 14,0 12,4 11,0	Permitidas	Normal	0,79
1032	Dimetilamina anhidra	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,59
1033	Eter metílico	15,5 13,8 12,0 10,6	Permitidas	Normal	0,58
1036	Etilamina	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,61
1037	Cloruro de etilo	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,80
1040	Oxido de etileno con nitrógeno hasta una presión total de 1 Mpa (10 bar) a 50°C	- - - 10,0	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	0,78
1041	Mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono que contenga más del 9% pero no más del 87% de óxido de etileno	Véase la definición de PSMA en 6.6.3.1	Permitidas	Normal	Véase 4.2.2.7
1055	Isobutileno	8,1 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,52
1061	Metilamina anhidra	10,8 9,6 7,8 7,0	Permitidas	Normal	0,58

Número NU	Gases licuados no refrigerados	Presión máxima de servicio autorizada (bar) pequeña; desnuda; con cubierta contra el sol; con aislamiento	Aberturas por debajo del nivel del líquido	Regulación de la presión (véase 6.6.3.7)	Densidad máxima de llenado (kg/l)
1062	Bromuro de metilo	7,0 7,0 7,0 7,0	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	1,51
1063	Cloruro de metilo (gas refrigerante R 40)	14,5 12,7 11,3 10,0	Permitidas	Normal	0,81
1064	Metilmercaptano	7,0 7,0 7,0 7,0	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	0,78
1067	Tetróxido de dinitrógeno	7,0 7,0 7,0 7,0	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	1,30
1075	Gases de petróleo licuados	Véase la definición de PSMA en 6.6.3.1	Permitidas	Normal	Véase 4.2.2.7
1077	Propileno	28,0 24,5 22,0 20,0	Permitidas	Normal	0,43
1079	Dióxido de azufre	11,6 10,3 8,5 7,6	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	1,23
1082	Trifluorocloroetileno estabilizado (gas refrigerante R 1113)	17,0 15,0 13,1 11,6	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	1,13
1083	Trimetilamina anhidra	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,56
1085	Bromuro de vinilo estabilizado	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	1,37
1086	Cloruro de vinilo, inhibido o estabilizado	10,6 9,3 8,0 7,0	Permitidas	Normal	0,81

Número NU	Gases licuados no refrigerados	Presión máxima de servicio autorizada (bar) pequeña; desnuda; con cubierta contra el sol; con aislamiento	Aberturas por debajo del nivel del líquido	Regulación de la presión (véase 6.6.3.7)	Densidad máxima de llenado (kg/l)
1087	Vinil metil éter estabilizado	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,67
1581	Mezcla de cloropicrina y bromuro de metilo	7,0 7,0 7,0 7,0	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	1,51
1582	Mezcla de cloropicrina y cloruro de metilo	19,2 16,9 15,1 13,1	No permitidas	Véase 6.6.3.7.3	0,81
1858	Hexafluoropropileno (gas refrigerante R 1216)	19,2 16,9 15,1 13,1	Permitidas	Normal	1,11
1912	Mezcla de cloruro de metilo y cloruro de metileno	15,2 13,0 11,6 10,1	Permitidas	Normal	0,81
1958	1,2-Dicloro-1,1,2,2-tetrafluoretano (gas refrigerante R 114)	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	1,30
1965	Mezcla de hidrocarburos gaseosos licuados, n.e.p.	Véase la definición de PSMA en 6.6.3.1	Permitidas	Normal	Véase 4.2.2.7
1969	Isobutano	8,5 7,5 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,49
1973	Mezcla de clorodifluometano y cloropentafluoretano, de punto de ebullición constante, con alrededor del 49% de clorodifluometano (gas refrigerante R 502)	28,3 25,3 22,8 20,3	Permitidas	Normal	1,05
1974	Clorodifluobromometano (gas refrigerante R 12B1)	7,4 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	1,61
1976	Octafluociclobutano (gas refrigerante RC 318)	8,8 7,8 7,0 7,0	Permitidas	Normal	1,34

Número NU	Gases licuados no refrigerados	Presión máxima de servicio autorizada (bar) pequeña; desnuda; con cubierta contra el sol; con aislamiento	Aberturas por debajo del nivel del líquido	Regulación de la presión (véase 6.6.3.7)	Densidad máxima de llenado (kg/l)
1978	Propano	22,5 20,4 18,0 16,5	Permitidas	Normal	0,42
1983	1-Cloro-2,2,2-trifluoretano (gas refrigerante R 133a)	7,0 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	1,18
2424	Octafluopropano (gas refrigerante R 218)	23,1 20,8 18,6 16,6	Permitidas	Normal	1,07
2517	1-Cloro-1,1-difluoretano (gas refrigerante R 142b)	8,9 7,8 7,0 7,0	Permitidas	Normal	0,99
2602	Diclorodifluometano y difluoretano en mezcla azeotrópica, con aproximadamente el 74% de dicloro difluometano (gas refrigerante R 500)	20,0 18,0 16,0 14,5	Permitidas	Normal	1,01
3159	1,1,1,2-Tetrafluoretano (gas refrigerante R 134a)	17,7 15,7 13,8 12,1	Permitidas	Normal	1,04
3220	Pentafluoretano (gas refrigerante R 125)	34,4 30,8 27,5 24,5	Permitidas	Normal	0,95
3252	Difluometano (gas refrigerante R 32)	43,0 39,0 34,4 30,5	Permitidas	Normal	0,78
3296	Heptafluopropano (gas refrigerante R 227)	16,0 14,0 12,5 11,0	Permitidas	Normal	1,20
3297	Mezcla de óxido de etileno y clorotetrafluoretano con un máximo del 8,8% de óxido de etileno	8,1 7,0 7,0 7,0	Permitidas	Normal	1,16
3298	Mezcla de óxido de etileno y pentafluoretano con un máximo del 7,9% de óxido de etileno	25,9 23,4 20,9 18,6	Permitidas	Normal	1,02

Número NU	Gases licuados no refrigerados	Presión máxima de servicio autorizada (bar) pequeña; desnuda; con cubierta contra el sol; con aislamiento	Aberturas por debajo del nivel del líquido	Regulación de la presión (véase 6.6.3.7)	Densidad máxima de llenado (kg/l)
3299	Mezcla de óxido de etileno y tetrafluoretano con un máximo del 5,6% de óxido de etileno	16,7 14,7 12,9 11,2	Permitidas	Normal	1,03
3318	Amoníaco en solución acuosa de densidad relativa inferior a 0,880 a 15°C, con un máximo del 50% de amoníaco	Véase la definición de PSMA en 6.6.3.1	Permitidas	Véase 6.6.3.7.3	Véase 4.2.2.6
3337	Gas refrigerante R 404A	31,6 28,2 25,2 22,1	Permitidas	Normal	0,82
3338	Gas refrigerante R 407A	32,3 29,0 25,7 22,4	Permitidas	Normal	0,94
3339	Gas refrigerante R 407B	34,0 30,5 27,0 23,6	Permitidas	Normal	0,93
3340	Gas refrigerante R 407C	30,2 27,0 24,1 21,4	Permitidas	Normal	0,95

T75

INSTRUCCION SOBRE CISTERNAS PORTATILES

T75

La presente instrucción sobre cisternas portátiles se aplica a los gases licuados refrigerados. Se deben cumplir las disposiciones generales de la sección 4.2.3 y las disposiciones de la sección 6.6.4.

4.2.4.3. Disposiciones especiales para cisternas portátiles

Las disposiciones especiales para cisternas portátiles se asignan a determinadas sustancias para indicar los requisitos que complementan o sustituyen a los establecidos en las instrucciones sobre cisternas portátiles o las disposiciones previstas en el capítulo 6.6. Se designan utilizando la abreviatura inglesa TP (tank provision) y se asignan a determinadas sustancias de la columna 11 de la Lista de Mercancías Peligrosas incluida en el capítulo 3.2. A continuación figura una lista de las disposiciones especiales para cisternas portátiles:

TP1 - Se respetarán los límites de llenado prescritos en el párrafo 4.2.1.9.2.

- TP2 - Se respetarán los límites de llenado prescritos en el párrafo 4.2.1.9.3.
- TP3 - Para los líquidos transportados a temperatura elevada se respetarán los límites de llenado prescritos en el párrafo 4.2.1.9.5.1.
- TP4 - El grado de llenado de las cisternas portátiles no excederá del 90%, o de cualquier otra proporción que aprueben las autoridades competentes (véase el párrafo 4.2.1.15.3).
- TP5 - Reservado.
- TP6 - Para que la cisterna no pueda explotar en ninguna circunstancia, ni siquiera en el caso de que esté envuelta en llamas, deberá estar provista de dispositivos de reducción de la presión adecuados a la capacidad de la cisterna y a la naturaleza de la sustancia transportada. Los dispositivos también deberán ser compatibles con la sustancia.
- TP7 - El aire se eliminará del espacio de vapor con nitrógeno o por otro medio.
- TP8 - La presión de prueba de la cisterna portátil podrá reducirse a 1,5 bar cuando el punto de inflamación de la sustancia transportada sea superior a 0°C.
- TP9 - Las sustancias correspondientes a esta denominación sólo podrán transportarse en cisternas portátiles previa aprobación de las autoridades competentes.
- TP10 - Se requiere un revestimiento de plomo de al menos 5 mm de espesor, que se someterá a prueba una vez al año, o un revestimiento de otro material adecuado aprobado por las autoridades competentes.
- TP11 - Si la sustancia se transporta en estado de fusión, se utilizará una cisterna aislada térmicamente que pueda calentarse cuando sea necesario.
- TP12 - Sustancia muy corrosiva para el acero.
- TP13 - Cuando se transporte esta sustancia se deberá disponer de aparatos autónomos de respiración.
- TP14 - La presión mínima de prueba no deberá ser inferior a la más alta de las dos presiones siguientes: 1,5 veces la presión de vapor a 65°C o 10 bar.
- TP15 - Esta sustancia podrá transportarse en solución acuosa (véase la sección 3.1.3).

- TP16 - La cisterna estará provista de un dispositivo especial para evitar que, en las condiciones normales de transporte, se produzca una disminución o un aumento excesivos de la presión. Dicho dispositivo deberá ser aprobado por las autoridades competentes. En lo que se refiere a impedir la cristalización del producto en la válvula de descompresión, son aplicables las disposiciones relativas a la reducción de la presión enumeradas en el párrafo 6.6.2.8.3.
- TP17 - Para el aislamiento térmico de la cisterna deberán emplearse únicamente materiales incombustibles inorgánicos.
- TP18 - La temperatura se mantendrá entre 18 y 40°C. Las cisternas portátiles que contengan ácido metacrílico solidificado no deberán recalentarse durante el transporte.
- TP19 - El espesor de pared calculado deberá aumentarse en 3 mm. El espesor de las paredes se verificará por ultrasonidos en la mitad de los intervalos entre las pruebas hidráulicas periódicas.
- TP20 - Esta sustancia sólo se transportará en cisternas aisladas bajo atmósfera de nitrógeno.
- TP21 - El espesor de las paredes no será inferior a 8 mm. Las cisternas se someterán a pruebas hidráulicas y a una inspección interna a intervalos no superiores a dos años y medio.
- TP22 - Los lubricantes para juntas u otros dispositivos serán compatibles con el oxígeno.
- TP23 - Se permite el transporte en las condiciones especiales que prescriban las autoridades competentes.
- TP24 - La cisterna portátil podrá estar provista de un dispositivo instalado, en las condiciones máximas de llenado, en el espacio de vapor del depósito para evitar un aumento excesivo de presión debido a la lenta descomposición de la sustancia transportada. Este dispositivo también impedirá la fuga de una cantidad inaceptable de líquido en caso de vuelco o de que entren en la cisterna materias extrañas. Dicho dispositivo deberá ser aprobado por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada.

Capítulo 6.6

DISPOSICIONES RELATIVAS AL PROYECTO, LA CONSTRUCCION, LA INSPECCION Y LA PRUEBA DE CISTERNAS PORTATILES

6.6.1. Aplicación y disposiciones generales

6.6.1.1. Las disposiciones del presente capítulo se aplican a las cisternas portátiles que destinan al transporte de mercancías peligrosas de las clases 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9, por todos los modos de transporte. Además de las disposiciones del presente capítulo, y a menos que se indique otra cosa, toda cisterna portátil multimodal que responda a la definición de "contenedor" que se formula en la Convención Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC), de 1972, en su forma enmendada, debe cumplir los requisitos establecidos en esa Convención que le sean aplicables. En el caso de las cisternas portátiles marítimas manipuladas en mar abierto podrán aplicarse otros requisitos adicionales.

6.6.1.2. Para tener en cuenta el progreso de la ciencia y de la técnica, los requisitos técnicos del presente capítulo podrán modificarse mediante otras disposiciones, que deberán ofrecer al menos el mismo nivel de seguridad que garantizan las del presente capítulo en cuanto a la compatibilidad con las sustancias transportadas y la capacidad de la cisterna para resistir a los choques, a las cargas y al fuego. En el caso del transporte internacional, las cisternas portátiles que se rijan por disposiciones diferentes deberán ser aprobadas por las autoridades competentes.

6.6.1.3. Cuando no se asigne a determinada sustancia ninguna de las instrucciones sobre cisternas portátiles (T1 a T34, T50 o T75) de la columna 10 de la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2, la autoridad competente del país de origen podrá extender una autorización provisional de transporte. La aprobación se incluirá en la documentación del envío y contendrá como mínimo la información que se proporciona normalmente en las instrucciones sobre cisternas portátiles y las condiciones de transporte de la sustancia. La autoridad competente adoptará las medidas adecuadas para incluir la asignación en la Lista de Mercancías Peligrosas.

6.6.2. Disposiciones relativas al proyecto, la construcción, la inspección y la prueba de cisternas portátiles destinadas al transporte de las sustancias de las clases 3 a 9

6.6.2.1. Definiciones

Para los efectos de la presente sección:

Por cisterna portátil se entiende una cisterna multimodal de capacidad superior a 450 litros utilizada para el transporte de sustancias de las clases 3 a 9. La cisterna portátil comprende un depósito provisto de los elementos de servicio y los elementos estructurales que sean necesarios para el transporte de sustancias peligrosas. La cisterna portátil debe poder ser llenada y vaciada sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales.

Debe tener elementos estabilizadores exteriores al depósito y poder ser izada cuando esté llena. Está diseñada principalmente para ser cargada en un vehículo de transporte o en un buque y está equipada con patines, soportes o accesorios que faciliten su manipulación mecánica. Los vehículos cisterna de carretera, los vagones cisterna ferroviarios, las cisternas no metálicas y los recipientes intermedios para graneles (RIG) no se consideran cisternas portátiles.

Por depósito se entiende la parte de la cisterna portátil que contiene la sustancia transportada, es decir, la cisterna propiamente dicha, con inclusión de las aberturas y sus cierres, pero con exclusión de los elementos de servicio o los elementos estructurales externos.

Por elementos de servicio se entienden los instrumentos de medida y los dispositivos de llenado, vaciado, aireación, seguridad, calefacción, refrigeración y aislamiento térmico.

Por elementos estructurales se entienden los elementos de refuerzo, sujeción, protección o estabilización exteriores al depósito.

Por presión de servicio máxima autorizada se entiende una presión no inferior a la mayor de las dos presiones siguientes, medidas en la parte superior del depósito cuando éste se encuentra en su posición normal:

- a) la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- b) la presión manométrica efectiva máxima para la que esté diseñado el depósito y que no deberá ser inferior a la suma de:
 - i) la presión de vapor absoluta (en bar) de la sustancia a 65 °C, menos 1 bar; y
 - ii) la presión parcial (en bar) del aire o de otros gases que haya en el espacio vacío, determinada por una temperatura en ese espacio de no más de 65 °C y una dilatación del líquido debida al aumento de la temperatura media de la carga de $t_x - t_f$ (t_f = temperatura de llenado, generalmente 15 °C; t_x = 50 °C, temperatura media máxima de la carga).

Por presión de cálculo se entiende la presión que se utilice en los cálculos con arreglo a un código convenido relativo a los recipientes a presión. La presión de cálculo no debe ser inferior a la mayor de las presiones siguientes:

- a) la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- b) la suma de:

- i) la presión de vapor absoluta (en bar) de la sustancia a 65 °C, menos 1 bar;
 - ii) la presión parcial (en bar) del aire o de otros gases que haya en el espacio vacío, determinada por una temperatura máxima en ese espacio de 65 °C y que haya una dilatación del líquido debida al aumento de la temperatura media de la carga de $t_x - t_f$ (t_f = temperatura de llenado, generalmente 15 °C; t_x = 50 °C, temperatura media máxima de la carga); y
 - iii) la presión dinámica determinada sobre la base de las fuerzas dinámicas especificadas en el párrafo 6.6.2.2.12, pero nunca inferior a 0,35 bar;
- c) las dos terceras partes de la presión mínima de prueba indicada en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6.

Por presión de prueba se entiende la presión manométrica máxima en la parte superior del depósito, medida durante la prueba de presión hidráulica, al menos igual a la presión de cálculo multiplicada por 1,5. La presión mínima de prueba para las cisternas portátiles destinadas a determinadas sustancias se indica en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6.

Por prueba de estanquidad se entiende una prueba en la que se utiliza gas para someter el depósito y sus elementos de servicio a una presión interna efectiva no inferior al 25% de la presión de servicio máxima autorizada.

Por masa bruta máxima permisible se entiende la suma de la tara de la cisterna portátil y la carga máxima cuyo transporte esté autorizado.

Por acero de referencia se entiende un acero que tiene una resistencia a la tracción de 370 N/mm² y un alargamiento de rotura del 27%.

Por acero dulce se entiende un acero que tiene una resistencia a la tracción mínima garantizada de 360 N/mm² a 440 N/mm² y un alargamiento mínimo garantizado de rotura conforme a lo establecido en el párrafo 6.6.2.3.3.3.

La gama de temperaturas de cálculo para el depósito es de -40°C a 50°C en el caso de las sustancias transportadas en las condiciones ambientes. En el caso de las sustancias manipuladas a temperaturas elevadas, la temperatura de cálculo no debe ser inferior a la temperatura máxima de la sustancia durante el llenado, el vaciado o el transporte. Deben preverse temperaturas de cálculo más rigurosas para las cisternas portátiles sometidas a condiciones climáticas adversas.

6.6.2.2. Disposiciones generales relativas al proyecto y la construcción

6.6.2.2.1. Los depósitos deben diseñarse y construirse de conformidad con las disposiciones de un código sobre recipientes a presión aceptado por la

autoridad competente. Deben ser de materiales metálicos capaces de recibir la forma deseada. En principio, los materiales deben ajustarse a las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Para los depósitos soldados sólo debe utilizarse un material cuya soldabilidad esté plenamente demostrada. Las soldaduras deben estar bien hechas y ofrecer total seguridad. Cuando el proceso de fabricación o el material lo exija, el depósito debe ser sometido a un tratamiento térmico adecuado que garantice la resistencia necesaria de las soldaduras y de las zonas afectadas por el calor. Al elegir el material debe tenerse en cuenta la gama de temperaturas de cálculo con respecto al riesgo de fractura frágil bajo tensión, la aparición de fisuras por corrosión y la resistencia a los choques. Cuando se utilice acero de grano fino, el valor garantizado del límite de fluencia no superará los 460 N/mm² y el valor garantizado del límite superior de la resistencia a la tracción no será superior a 725 N/mm² según la especificación del material. El aluminio no debe utilizarse como material de construcción más que en los casos indicados en una disposición especial para cisternas portátiles asignada a una sustancia determinada en la columna 11 de la Lista de Mercancías Peligrosas, o cuando lo apruebe la autoridad competente. Si está autorizada su utilización, el aluminio debe tener un aislamiento que impida una pérdida considerable de sus propiedades físicas cuando esté sometido a una carga térmica de 110 kW/m² durante un período no inferior a 30 minutos. El aislamiento debe ser eficaz a todas las temperaturas inferiores a 649°C y debe estar protegido por un revestimiento de un material cuyo punto de fusión no sea inferior a 700°C. Los materiales de las cisternas portátiles deben estar adaptados al medio ambiente exterior en el que vayan a ser transportados.

6.6.2.2.2. Los depósitos de las cisternas portátiles, sus accesorios y sus tuberías deben estar fabricados con un material que:

- a) sea prácticamente inalterable por las sustancias transportadas;
- b) sea eficazmente pasivado o neutralizado por la reacción química; o
- c) esté revestido de otro material resistente a la corrosión directamente cementado al depósito o fijado por otro método equivalente.

6.6.2.2.3. Las juntas deben estar hechas de un material que no pueda ser atacado por las sustancias transportadas.

6.6.2.2.4. Cuando los depósitos estén revestidos, el revestimiento debe ser prácticamente inalterable por las sustancias transportadas, homogéneo, no poroso, exento de perforaciones, suficientemente elástico y compatible con las características de dilatación térmica del depósito. El revestimiento del depósito y de sus accesorios y tuberías debe ser continuo y cubrir completamente la superficie de cualquier brida. Cuando los accesorios externos estén soldados a la cisterna, el revestimiento debe ser continuo y cubrir completamente los accesorios y la superficie de las bridas externas.

6.6.2.2.5. Las juntas y costuras del revestimiento deben efectuarse por fusión mutua de los materiales o por cualquier otro medio igualmente eficaz.

6.6.2.2.6. Debe evitarse el contacto entre metales diferentes que pueda causar daños por corrosión galvánica.

6.6.2.2.7. Los materiales de que esté hecha la cisterna portátil, incluidos los de cualesquiera dispositivos, juntas, revestimientos y accesorios, no deben afectar negativamente a las sustancias que han de transportarse.

6.6.2.2.8. Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y construidas con soportes que les sirvan de base estable durante el transporte y con piezas de sujeción adecuadas para levantarlas y anclarlas.

6.6.2.2.9. Las cisternas portátiles deben ser diseñadas de forma que resistan, sin pérdida de su contenido, al menos la presión interna ejercida por éste, y las cargas estáticas, dinámicas y térmicas en las condiciones normales de manipulación y transporte. El diseño debe mostrar claramente que se han tenido en cuenta los efectos de la fatiga, resultantes de la aplicación reiterada de esas cargas durante la vida prevista de la cisterna portátil.

6.6.2.2.10. Los depósitos provistos de dispositivos de depresión deben ser diseñados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión externa de al menos 0,21 bar por encima de la presión interna. Los dispositivos de depresión deben estar regulados para que entren en funcionamiento a un grado de vacío no superior a menos (-) 0,21 bar, a no ser que el depósito esté diseñado para soportar una sobrepresión externa superior, en cuyo caso la capacidad de depresión del dispositivo que vaya a instalarse no debe ser superior a la depresión de cálculo de la cisterna. Los depósitos que no estén provistos de dispositivos de depresión deben ser diseñados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión externa de al menos 0,4 bar por encima de la presión interna.

6.6.2.2.11. Los dispositivos de depresión utilizados en las cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias que cumplan los criterios relativos al punto de inflamación de la clase 3, inclusive sustancias transportadas a temperaturas elevadas iguales o superiores a su punto de inflamación, deben impedir la entrada directa de llamas al interior del depósito, o bien la cisterna portátil debe tener un depósito capaz de resistir, sin escapes, la explosión interna resultante de la entrada de llamas en el mismo.

6.6.2.2.12. Las cisternas portátiles y sus elementos de sujeción deben poder soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las siguientes fuerzas estáticas aplicadas separadamente:

- a) en la dirección del transporte, el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)*;
- b) horizontalmente, en ángulo recto a la dirección del transporte: la masa bruta máxima autorizada (cuando la dirección del transporte no esté claramente determinada, las fuerzas deben ser iguales al doble de la masa bruta máxima autorizada) multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*;
- c) verticalmente hacia arriba, la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*; y
- d) verticalmente hacia abajo; el doble de la masa bruta máxima autorizada (carga total incluido el efecto de la gravedad) multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)*.

6.6.2.2.13. Para cada una de las fuerzas mencionadas en el párrafo 6.6.2.2.12, los coeficientes de seguridad que habrán de aplicarse deben ser los siguientes:

- a) en el caso de los metales que tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite de fluencia garantizado; o
- b) en el caso de los metales que no tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite elástico convencional de 0,2% y, en el caso de los aceros austeníticos, de 1%.

6.6.2.2.14. El valor del límite de fluencia o del límite elástico debe ser el establecido en las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos especificados para esas propiedades en función de las normas sobre materiales podrán aumentarse hasta en un 15% cuando esos valores superiores consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el material en cuestión, los valores utilizados deben ser aprobados por la autoridad competente.

6.6.2.2.15. Las cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias que cumplan los criterios relativos al punto de inflamación de la clase 3, inclusive sustancias transportadas a temperaturas elevadas superiores a su punto de inflamación deben poder ser conectadas eléctricamente a tierra. Se deben adoptar medidas para impedir descargas electrostáticas peligrosas.

6.6.2.2.16. Cuando lo exija para determinadas sustancias la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6 o alguna disposición especial para cisternas portátiles de la columna 11 de la Lista de Mercancías peligrosas, las cisternas portátiles deben tener una protección

* A efectos de cálculo, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

adicional, que puede consistir, bien en un aumento del espesor de la chapa del depósito o en una elevación de la presión de prueba, aumento o elevación que se determinarán teniendo en cuenta los riesgos inherentes al transporte de las sustancias de que se trate.

6.6.2.3. Criterios de diseño

6.6.2.3.1. Los depósitos de las cisternas portátiles deben tener un diseño tal que se puedan analizar los esfuerzos bien matemáticamente o bien experimentalmente por medio de extensímetros de resistencia o por algún otro método aprobado por la autoridad competente.

6.6.2.3.2. Los depósitos deben ser diseñados y construidos de forma que resistan una presión de prueba hidráulica de al menos 1,5 veces la presión de cálculo. En las instrucciones pertinentes que figuran en la columna 10 de la Lista de Mercancías Peligrosas y se describen en la sección 4.2.4, o en las disposiciones especiales para cisternas portátiles de la columna 11 de dicha Lista se indican algunos requisitos específicos para determinadas sustancias. Hay que tener en cuenta los requisitos relativos al espesor mínimo de la chapa del depósito de esas cisternas que figuran en los párrafos 6.6.2.4.1 a 6.6.2.4.10.

6.6.2.3.3. Para los metales que tengan un límite de elasticidad claramente definido o se caractericen por tener un límite de fluencia normal garantizado (generalmente un límite clásico convencional de 0,2%; 1% en el caso de los aceros austeníticos) el esfuerzo primario de la membrana σ (sigma) en el depósito, a la presión de prueba, no deberá exceder del menor de los valores siguientes: 0,75 Re o 0,50 Rm siendo:

Re = límite de elasticidad aparente en N/mm², o límite elástico convencional de 0,2% y en el caso de los aceros austeníticos, de 1%;

Rm = resistencia mínima a la tracción en N/mm².

6.6.2.3.3.1. Los valores de Re y Rm que han de utilizarse deben ser los mínimos especificados en las normas nacionales o internacionales para materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos de Re y Rm especificados según las normas para materiales pueden aumentarse hasta en un 15% cuando estos valores más altos consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el metal en cuestión, los valores de Re y Rm que se utilicen deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.6.2.3.3.2. No se permitirá la construcción de depósitos soldados con aceros que tengan una relación Re/Rm de más de 0,85. Los valores de Re y Rm que han de utilizarse para determinar esa relación son los especificados en el certificado de inspección de materiales.

6.6.2.3.3.3. Los aceros utilizados en la construcción de depósitos deben tener un alargamiento porcentual en la rotura de por lo menos 10.000/Rm, con un mínimo absoluto del 16% en el caso de los aceros de grano fino y del 20%

en el de los demás aceros. El aluminio y las aleaciones de éste que se utilicen en la construcción de depósitos de cisternas deben tener un alargamiento porcentual en la rotura no inferior a $10.000/6R_m$, con un mínimo absoluto del 12%.

6.6.2.3.3.4. Para determinar los valores reales de los materiales, se debe observar que, en el caso del metal en láminas, el eje de las muestras para pruebas de tracción debe ser perpendicular (transversal) a la dirección del laminado. El alargamiento permanente en la rotura debe medirse en muestras de sección transversal rectangular de conformidad con la norma ISO 6892:1984, utilizando una distancia entre señales en la probeta de 50 mm.

6.6.2.4. Espesor mínimo de la chapa del depósito

6.6.2.4.1. El espesor mínimo de la chapa del depósito debe ser el mayor de los siguientes:

- a) el espesor mínimo determinado de conformidad con las disposiciones de los párrafos 6.6.2.4.2 a 6.6.2.4.10;
- b) el espesor mínimo determinado conforme al código convenido para recipientes a presión, habida cuenta de las disposiciones de la parte 6.6.2.3; y
- c) el espesor mínimo especificado en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6 o en una disposición especial para cisternas portátiles indicada en la columna 11 de la Lista de Mercancías Peligrosas.

6.6.2.4.2. En los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m, las partes cilíndricas, las extremidades y las tapas de los agujeros de hombre deben tener al menos 5 mm de espesor si son de acero de referencia o el espesor equivalente del metal que se utilice. En los depósitos cuyo diámetro exceda de 1,80 m, deben tener al menos 6 mm de espesor si son de acero de referencia o el espesor equivalente del metal que se utilice, aunque cuando se trate de sustancias sólidas en polvo o granulares pertenecientes a los Grupos de embalaje/envasado II o III, este espesor mínimo puede reducirse a un valor no inferior a 5 mm de acero de referencia o al espesor equivalente del metal que se utilice.

6.6.2.4.3. Cuando el depósito tenga una protección adicional, en las cisternas portátiles que tengan una presión de prueba de menos de 2,65 bar, la autoridad competente puede autorizar una reducción del espesor mínimo del depósito proporcional a la protección adicional. Sin embargo, los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m deben tener no menos de 3 mm de espesor de acero de referencia o el espesor equivalente del metal que se utilice. Los depósitos cuyo diámetro exceda de 1,80 m deben tener al menos 4 mm de espesor de acero de referencia o el espesor equivalente del metal que se utilice.

6.6.2.4.4. Las partes cilíndricas, las extremidades y las tapas de los agujeros de hombre de todos los depósitos deben tener al menos 3 mm de espesor, sea cual fuere el material empleado en su construcción.

6.6.2.4.5. La protección adicional mencionada en el párrafo 6.6.2.4.3 puede conseguirse con una protección estructural externa completa, tal como una construcción adecuada de tipo "emparedado" cuya cubierta exterior esté sujeta al depósito, o con una construcción de paredes dobles, o rodeando el depósito con un bastidor completo formado por elementos estructurales longitudinales y transversales.

6.6.2.4.6. En el caso de un metal distinto del acero de referencia, el espesor equivalente al prescrito para éste en el párrafo 6.6.2.4.3 se determina mediante la siguiente ecuación:

$$e_1 = \frac{21,4e_0}{\sqrt[3]{Rm_1 \times A_1}}$$

donde:

e_1 = espesor equivalente requerido (en mm) del metal que se utilice;

e_0 = espesor mínimo (en mm) de acero de referencia especificado en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles que se indica en la columna 10 de la Lista de Mercancías Peligrosas y se describe en el párrafo 4.2.4.2.6 o en una disposición especial para cisternas portátiles indicada en la columna 11 de dicha lista;

Rm_1 = resistencia a la tracción mínima garantizada (en N/mm²) del metal que se utilice (véase el párrafo 6.6.2.3.3);

A_1 = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura del metal que se utilice, conforme a las normas nacionales o internacionales.

6.6.2.4.7 En los casos en que la instrucción pertinente del párrafo 4.2.4.2.6 especifique un espesor mínimo de 8 mm, 10 mm o 12 mm, hay que señalar que esos espesores se basan en las propiedades del acero de referencia y en un depósito de 1,80 m de diámetro. Cuando se utilice un metal distinto del acero dulce (véase la parte 6.6.2.1) o el depósito tenga un diámetro de más de 1,80 m, el espesor se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$e_1 = \frac{21,4e_0d_1}{1,8\sqrt[3]{Rm_1 \times A_1}}$$

donde:

e_1 = espesor equivalente requerido (en mm) del metal que se utilice;

e_0 = espesor mínimo (en mm) del acero de referencia especificado en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles que se indica en la columna 10 de la Lista de Mercancías Peligrosas y se describe en el párrafo 4.2.4.2.6, o en una disposición especial para cisternas portátiles indicada en la columna 11 de dicha Lista;

d_1 = diámetro del depósito (en m), que no debe ser inferior a 1,80 m;

R_{m1} = resistencia a la tracción mínima garantizada (en N/mm²) del metal que se utilice (véase el párrafo 6.6.2.3.3);

A_1 = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura del metal que se utilice, conforme a las normas nacionales o internacionales.

6.6.2.4.8. El espesor de la chapa no debe, en ningún caso, ser inferior al indicado en los párrafos 6.6.2.4.2, 6.6.2.4.3 y 6.6.2.4.4. Todas las partes del depósito deben tener el espesor mínimo determinado en los párrafos 6.6.2.4.2 a 6.6.2.4.4. En este espesor no se incluye una tolerancia por corrosión.

6.6.2.4.9. Cuando se utilice acero dulce (véase la parte 6.6.2.1), no es preciso utilizar la ecuación del párrafo 6.6.2.4.6.

6.6.2.4.10. El espesor de la chapa no debe cambiar bruscamente en la unión de las extremidades con la parte cilíndrica del depósito.

6.6.2.5. Elementos de servicio

6.6.2.5.1. Los elementos de servicio deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante el transporte y la manipulación. Si la unión entre el bastidor y el depósito permite un movimiento relativo de esos subconjuntos, los elementos de servicio deben estar sujetos de forma que ese movimiento no produzca ningún daño a los órganos activos. Los accesorios exteriores de vaciado (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), la válvula interna de cierre y su asiento deben estar protegidos contra el riesgo de ser arrancados por fuerzas exteriores (por ejemplo mediante el uso de dispositivos de cizallamiento). Los dispositivos de llenado y vaciado (incluidos las bridas y los tapones roscados) y las tapas protectoras, si las hubiere, deben poder fijarse para evitar su apertura fortuita.

6.6.2.5.2. Todas las aberturas del depósito destinadas al llenado o vaciado de la cisterna portátil deben estar provistas de válvulas de cierre manuales situadas lo más cerca posible del depósito. Las otras aberturas, con excepción de las que conducen a dispositivos de aireación o reductores de presión, deben estar provistas de una válvula de cierre o de cualquier otro medio de cierre adecuado situado lo más cerca posible del depósito.

6.6.2.5.3. Toda cisterna portátil debe ir provista de un agujero de hombre o boca de inspección de tamaño adecuado para permitir la inspección interior y un acceso adecuado para los trabajos de mantenimiento y reparación del interior. Las cisternas portátiles con compartimientos deben estar provistas de un agujero de hombre o boca de inspección para cada compartimiento.

6.6.2.5.4. Siempre que sea posible, los accesorios exteriores deben estar agrupados. En las cisternas portátiles con aislamiento, los accesorios superiores deben ir rodeados de una cubeta colectora de derrame con sumideros apropiados.

6.6.2.5.5. Todas las conexiones de la cisterna portátil deben llevar inscripciones que indiquen claramente su función.

6.6.2.5.6. Las válvulas de cierre y demás medios de cierre deben ser diseñados y construidos para que resistan una presión nominal que no debe ser inferior a la presión de servicio máxima autorizada del depósito, teniendo en cuenta las temperaturas previstas durante el transporte. Las válvulas de cierre con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para las demás válvulas de cierre debe indicarse claramente la posición (abierta y cerrada) y la dirección de cierre. Todas las válvulas de cierre deben diseñarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita.

6.6.2.5.7. Las piezas móviles tales como las tapas, los componentes de los sistemas de cierre, etc., no deben ser de acero corrosible no protegido si pueden entrar en contacto, por fricción o por percusión, con cisternas portátiles de aluminio destinadas al transporte de sustancias que cumplen los criterios relativos al punto de inflamación de la Clase 3, incluidas las sustancias transportadas a temperaturas elevadas, por encima de su punto de inflamación.

6.6.2.5.8. Las tuberías se deben diseñar, construir e instalar de manera que no corran el riesgo de ser dañadas por la dilatación y la contracción térmicas, los choques y las vibraciones. Todas las tuberías deben ser de un metal apropiado. Siempre que sea posible, las uniones de las tuberías deben estar soldadas.

6.6.2.5.9. Las juntas de las tuberías de cobre deben hacerse con soldadura fuerte o tener una unión metálica de igual resistencia. El punto de fusión de los materiales utilizados para la soldadura fuerte no debe ser inferior a 525 °C. Las juntas no deben reducir la resistencia de las tuberías, como puede ocurrir con las uniones roscadas.

6.6.2.5.10. La presión de reventazón de todas las tuberías y de todos sus accesorios no debe ser inferior al mayor de los dos valores siguientes: el cuádruple de la presión de servicio máxima autorizada del depósito o el cuádruple de la presión a la que puede estar sometido el depósito en servicio por la acción de una bomba u otro dispositivo (excepto los de reducción de la presión).

6.6.2.5.11. Se deben utilizar metales dúctiles para la fabricación de las válvulas y de los accesorios.

6.6.2.6. Aberturas del fondo

6.6.2.6.1. Ciertas sustancias no deben ser transportadas en cisternas portátiles con aberturas en el fondo. Cuando la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles indicada en la columna 10 de la Lista de Mercancías Peligrosas y descrita en el párrafo 4.2.4.2.6 prohíba las aberturas del fondo, no podrá haber aberturas por debajo del nivel del líquido en el depósito llenado hasta el límite máximo autorizado. Cuando se obturen las aberturas existentes, la operación debe efectuarse soldando una placa interior y exteriormente al depósito.

6.6.2.6.2. Las aberturas de vaciado por el fondo de las cisternas portátiles utilizadas para el transporte de ciertas sustancias sólidas, cristalizables o muy viscosas deben estar provistas, como mínimo, de dos dispositivos de cierre, montados en serie e independientes entre sí. El diseño del equipo debe ser aprobado por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada, y debe comprender:

- a) una válvula externa de cierre instalada lo más cerca posible del depósito; y
- b) un cierre estanco en la extremidad de la tubería de vaciado, que puede ser una brida ciega empernada o un tapón roscado.

6.6.2.6.3. Toda abertura de vaciado por el fondo, con la salvedad de lo dispuesto en el párrafo 6.6.2.6.2, debe estar provista de tres dispositivos de cierre, montados en serie e independientes entre sí. El diseño del equipo debe ser aprobado por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada, y debe comprender:

- a) una válvula interna de cierre automático, es decir, una válvula de cierre montada dentro del depósito, o dentro de una brida soldada o su brida de acoplamiento, de modo que:
 - i) los dispositivos de mandos de la válvula estén diseñados para impedir cualquier apertura fortuita por choque o por inadvertencia;
 - ii) la válvula pueda ser accionada desde arriba o desde abajo;
 - iii) se pueda verificar desde el suelo, en la medida de lo posible, la posición de la válvula (abierta o cerrada);
 - iv) salvo en el caso de las cisternas portátiles con una capacidad no superior a los 1.000 litros, se pueda cerrar la válvula desde una posición accesible de la cisterna portátil, alejada de la válvula misma, y

- v) la válvula pueda funcionar en caso de avería de su dispositivo de mando externo;
- b) una válvula externa de cierre instalada lo más cerca posible del depósito; y
- c) un cierre estanco en la extremidad de la tubería de vaciado, que puede ser una brida ciega empernada o un tapón roscado.

6.6.2.6.4. En el caso de los depósitos con revestimiento, la válvula interna de cierre que se prescribe en el párrafo 6.6.2.6.3 puede ser reemplazada por una válvula externa de cierre adicional. El fabricante se atenderá a las disposiciones al respecto de la autoridad competente o de la entidad por ella autorizada.

6.6.2.7. Dispositivos de seguridad

6.6.2.7.1. Todas las cisternas portátiles deben estar provistas, como mínimo, de un dispositivo de reducción de la presión. El diseño, la construcción y la identificación de los dispositivos de reducción de la presión deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.6.2.8. Dispositivos de reducción de la presión

6.6.2.8.1. Toda cisterna portátil con una capacidad no inferior a 1.900 litros y todo compartimiento independiente de una cisterna portátil de capacidad similar deben estar provistos de uno o varios dispositivos de reducción de la presión accionados por muelle y pueden, además, tener un disco frangible o un elemento fusible montado en paralelo con los dispositivos de muelle, excepto cuando en la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6 se haga referencia al párrafo 6.6.2.8.3 que lo prohíbe. Los dispositivos de reducción de la presión deben tener capacidad suficiente para impedir la rotura del depósito como consecuencia de un exceso de presión o de una depresión resultantes del llenado, el vaciado o el recalentamiento del contenido.

6.6.2.8.2. Los dispositivos de reducción de la presión deben estar diseñados de manera que impidan la entrada de objetos extraños, los escapes de líquido y todo aumento peligroso de la presión.

6.6.2.8.3. Cuando así lo disponga para determinadas sustancias la instrucción pertinente sobre cisternas portátiles indicada en la columna 10 de la Lista de Mercancías Peligrosas y descrita en el párrafo 4.2.4.2.6, las cisternas portátiles estarán provistas de un dispositivo de reducción de la presión aprobado por la autoridad competente. Excepto en el caso de las cisternas portátiles destinadas especialmente al transporte de una sustancia y provistas de una válvula de reducción de la presión aprobada que esté construida con materiales compatibles con la carga, tal dispositivo debe consistir en una válvula de muelle precedida de un disco frangible. Si un disco frangible se inserta en serie con el dispositivo de reducción de la

presión prescrito, en el espacio comprendido entre el disco frangible y dicho dispositivo se debe montar un manómetro u otro indicador adecuado para detectar la rotura, la perforación o la falta de estanquidad del disco, que pueden perturbar el funcionamiento del sistema de reducción de la presión. El disco frangible debe romperse a una presión nominal superior en un 10% a aquella a la que empieza a funcionar el dispositivo de reducción de la presión.

6.6.2.8.4. Toda cisterna portátil de una capacidad inferior a 1.900 litros debe estar provista de un dispositivo de reducción de la presión, que puede consistir en un disco frangible si éste reúne los requisitos que se establecen en el párrafo 6.6.2.11.1. Si no se utiliza un dispositivo accionado por muelle, el disco frangible debe romperse a una presión nominal igual a la presión de prueba.

6.6.2.8.5. Cuando el depósito está preparado para el vaciado a presión, la conducción de llenado debe estar provista de un dispositivo de reducción de la presión adecuado, que se debe ajustar para que funcione a una presión no superior a la presión de servicio máxima autorizada del depósito, y se debe instalar una válvula de cierre lo más cerca posible del depósito.

6.6.2.9. Ajuste de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.2.9.1. Se debe observar que el dispositivo de seguridad sólo debe funcionar si se produce una elevación excesiva de la temperatura, ya que el depósito no se verá sometido a variaciones excesivas de la presión en condiciones de transporte normales (véase el párrafo 6.6.2.12.2).

6.6.2.9.2. El dispositivo de reducción de la presión debe ser ajustado de modo que empiece a abrirse a una presión nominal igual a cinco sextos de la presión de prueba en el caso de los depósitos cuya presión de prueba no sea superior a 4,5 bar, y al 110% de dos tercios de la presión de prueba en el caso de los depósitos con una presión de prueba superior a 4,5 bar. Después de la descarga, el dispositivo debe cerrarse a una presión que no sea inferior en más del 10% a la presión a la que empiece a abrirse. El dispositivo debe permanecer cerrado a todas las presiones más bajas. Esta disposición no impide el uso de dispositivos de depresión o de dispositivos mixtos de reducción de la presión y de depresión.

6.6.2.10. Elementos fusibles

6.6.2.10.1. Los elementos fusibles deben fundirse a una temperatura comprendida entre 110°C y 149°C, a condición de que la presión en el depósito a la temperatura de fusión no sea superior a la presión de prueba. Se deben instalar en la parte superior del depósito con las entradas en el espacio de vapor y en ningún caso deben estar protegidos del calor exterior. No se deben utilizar elementos fusibles en cisternas portátiles cuya presión de prueba sea superior a 2,65 bar. Los elementos fusibles que se utilicen en cisternas portátiles destinadas al transporte de sustancias a temperaturas elevadas deben diseñarse de manera que funcionen a una temperatura superior a

la temperatura máxima prevista durante el transporte y deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.6.2.11. Discos frangibles

6.6.2.11.1. Sin perjuicio de lo dispuesto en el párrafo 6.6.2.8.3, los discos frangibles se deben ajustar para que se rompan a una presión nominal igual a la presión de prueba en toda la gama de temperaturas de cálculo. Si se utilizan discos frangibles se debe prestar especial atención a las disposiciones de los párrafos 6.6.2.5.1 y 6.6.2.8.3.

6.6.2.12. Capacidad de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.2.12.1. El dispositivo de reducción de la presión del tipo de muelle al que se refiere el párrafo 6.6.2.8.1 debe tener una sección de paso mínima equivalente a un orificio de 31,75 mm de diámetro. Los dispositivos de depresión, si se utilizan, deben tener una sección de paso mínima de 284 mm².

6.6.2.12.2. La capacidad total de salida de los dispositivos de reducción de la presión en condiciones en que la cisterna portátil esté completamente envuelta en llamas debe ser suficiente para que la presión en el depósito no sea superior en más de un 20% a la presión a la que empiece a abrirse el dispositivo de limitación de la presión. Para alcanzar la capacidad total prescrita de reducción de la presión, se pueden utilizar dispositivos de emergencia. Estos dispositivos pueden ser de muelle, discos frangibles o elementos fusibles. Puede determinarse la capacidad total requerida de los dispositivos de reducción de la presión utilizando la fórmula del párrafo 6.6.2.12.2.1 o el cuadro del párrafo 6.6.2.12.2.3.

6.6.2.12.2.1. Para determinar la capacidad total requerida de los dispositivos de reducción de la presión, que se debe considerar igual a la suma de las capacidades de cada uno de ellos, se debe utilizar la siguiente fórmula:

$$Q = 12,4 \frac{FA^{0,82}}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

donde:

Q = tasa mínima requerida de salida en metros cúbicos por segundo (m³/s) de aire en condiciones normales: 1 bar y 0 °C (273 K);

F = coeficiente cuyo valor es el siguiente:

en los depósitos sin aislamiento F = 1

en los depósitos con aislamiento F = U(649 - t)/13,6, pero en ningún caso inferior a 0,25

siendo:

U = conductancia térmica del aislamiento en $\text{kW} \cdot \text{m}^{-2}\text{K}^{-1}$, a 38°C

t = temperatura real de la sustancia durante el llenado (en $^\circ\text{C}$);
cuando se desconoce esta temperatura, $t = 15^\circ\text{C}$:

Puede tomarse el valor de F dado anteriormente para los depósitos con aislamiento a condición de que éste se ajuste a las disposiciones del párrafo 6.6.2.12.2.4.

A = superficie externa total del depósito en metros cuadrados;

Z = factor de compresibilidad del gas en la condición de acumulación
(cuando no se conoce este factor, debe utilizarse $Z = 1,0$);

T = temperatura absoluta en grados Kelvin ($^\circ\text{C} + 273$) por encima de los dispositivos de reducción de la presión en la condición de acumulación;

L = calor latente de vaporización del líquido, en kJ/kg , en la condición de acumulación;

M = masa molecular del gas que se descarga;

C = constante derivada de una de las fórmulas siguientes en función del cociente k de los calores específicos:

$$k = \frac{C_p}{C_v}$$

donde:

C_p es el calor específico a presión constante; y

C_v es el calor específico a volumen constante.

Cuando $k > 1$:

$$C = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

Cuando $k = 1$ o se desconoce su valor :

$$C = \frac{1}{\sqrt{e}} = 0,607$$

siendo e la constante matemática 2,7183

C puede tomarse también del cuadro siguiente:

k	C	k	C	k	C
1,00	0,607	1,26	0,660	1,52	0,704
1,02	0,611	1,28	0,664	1,54	0,707
1,04	0,615	1,30	0,667	1,56	0,710
1,06	0,620	1,32	0,671	1,58	0,713
1,08	0,624	1,34	0,674	1,60	0,716
1,10	0,628	1,36	0,678	1,62	0,719
1,12	0,633	1,38	0,681	1,64	0,722
1,14	0,637	1,40	0,685	1,66	0,725
1,16	0,641	1,42	0,688	1,68	0,728
1,18	0,645	1,44	0,691	1,70	0,731
1,20	0,649	1,46	0,695	2,00	0,770
1,22	0,652	1,48	0,698	2,20	0,793
1,24	0,656	1,50	0,701		

6.6.2.12.2.2. En vez de aplicar las fórmulas que anteceden, se puede utilizar el cuadro del párrafo 6.6.2.12.2.3 para determinar las dimensiones de los dispositivos de reducción de la presión de los depósitos destinados al transporte de líquidos. En este cuadro se supone que el coeficiente de aislamiento es $F = 1$, por lo que si el depósito tiene aislamiento se deben modificar los valores en consecuencia. Otros valores utilizados para calcular este cuadro son los siguientes:

$$\begin{aligned}
 M &= 86,7 & T &= 394 \text{ K} \\
 L &= 334,94 \text{ kJ/kg} & C &= 0,607 \\
 Z &= 1
 \end{aligned}$$

6.6.2.12.2.3. Capacidad mínima de salida de aire, Q, en metros cúbicos de aire por segundo a 1 bar y 0 °C (273 K)

A Superficie expuesta (metros cuadrados)	Q (metros cúbicos de aire por segundo)	A Superficie expuesta (metros cuadrados)	Q (metros cúbicos de aire por segundo)
2	0,230	37,5	2,539
3	0,320	40	2,677
4	0,405	42,5	2,814

A Superficie expuesta (metros cuadrados)	Q (metros cúbicos de aire por segundo)	A Superficie expuesta (metros cuadrados)	Q (metros cúbicos de aire por segundo)
5	0,487	45	2,949
6	0,565	47,5	3,082
7	0,641	50	3,215
8	0,715	52,5	3,346
9	0,788	55	3,476
10	0,859	57,5	3,605
12	0,998	60	3,733
14	1,132	62,5	3,860
16	1,263	65	3,987
18	1,391	67,5	4,112
20	1,517	70	4,236
22,5	1,670	75	4,483
25	1,821	80	4,726
27,5	1,969	85	4,967
30	2,115	90	5,206
32,5	2,258	95	5,442
35	2,400	100	5,676

6.6.2.12.2.4. Los sistemas de aislamiento, utilizados para reducir la capacidad de salida, deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. En todos los casos, los sistemas de aislamiento aprobados con tal fin deben reunir las siguientes condiciones:

- a) mantener su eficacia a todas las temperaturas hasta 649°C; y
- b) estar envueltos en un material cuyo punto de fusión sea igual o superior a 700 °C.

6.6.2.13. Marcado de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.2.13.1. Todo dispositivo de reducción de la presión debe tener marcados, con caracteres claramente legibles e indelebles, los siguientes datos:

- a) la presión (en bar o kPa) o la temperatura (en °C) a la que esté previsto que funcione;
- b) la tolerancia autorizada a la presión de descarga para los dispositivos de muelle;

- c) la temperatura de referencia correspondiente a la presión de régimen para los discos frangibles;
- d) la tolerancia de temperatura autorizada para los elementos fusibles; y
- e) la capacidad nominal de conducción del dispositivo en metros cúbicos de aire por segundo (m^3/s) en condiciones normales.

Cuando sea posible, también debe figurar la siguiente información:

- f) el nombre del fabricante y el número de catálogo correspondiente.

6.6.2.13.2. La capacidad nominal de conducción indicada en los dispositivos de reducción de la presión se determina según la norma ISO 4126-1:1996.

6.6.2.14. Tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión

6.6.2.14.1. Los tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión deben ser de tamaño suficiente para que el volumen de aire requerido pueda llegar sin dificultad al dispositivo de seguridad. No se debe instalar ninguna válvula de cierre entre el depósito y los dispositivos de reducción de la presión, a no ser que haya instalados dispositivos duplicados para el mantenimiento o por otras razones y que las válvulas de cierre conectadas a los dispositivos efectivamente en funcionamiento estén inmovilizadas en posición abierta o acopladas entre sí de forma que por lo menos uno de esos dispositivos duplicados esté siempre en estado de funcionar. Ninguna abertura que conduzca a un orificio de escape o dispositivo de reducción de la presión debe estar obstruida de manera que se obstaculice o se cierre el paso del depósito al dispositivo. Cuando los dispositivos de reducción de la presión tengan orificios o tubos de escape, éstos deben dar salida a la atmósfera al vapor o al líquido de forma que sea mínima la contrapresión ejercida sobre los dispositivos de seguridad.

6.6.2.15. Emplazamiento de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.2.15.1. Cada orificio de admisión de los dispositivos de reducción de la presión debe estar situado en la parte superior del depósito, lo más cerca posible del centro longitudinal y transversal del mismo. Todos los orificios de admisión de los dispositivos de reducción de la presión, en las condiciones de tasa máxima de llenado, deben estar situados en el espacio de vapor del depósito y los dispositivos deben estar dispuestos de forma que el vapor salga libremente. En el caso de sustancias inflamables, la salida de vapor debe estar dirigida de manera que éste no pueda tropezar con el depósito. Se permite el uso de dispositivos de protección para desviar el chorro de vapor, a condición de que no disminuya la capacidad requerida del dispositivo de reducción de la presión.

6.6.2.15.2. Se deben tomar medidas para impedir que las personas no autorizadas tengan acceso a los dispositivos de reducción de la presión y para evitar que éstos sufran daños en caso de vuelco de la cisterna portátil.

6.6.2.16. Dispositivos indicadores

6.6.2.16.1. No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni indicadores hechos de otros materiales frágiles que estén en comunicación directa con el contenido de la cisterna.

6.6.2.17. Soportes, bastidores y elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles

6.6.2.17.1. Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y fabricadas con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del diseño, se deben tener en cuenta las fuerzas que se indican en el párrafo 6.6.2.2.12 y el factor de seguridad indicado en el párrafo 6.6.2.2.13. Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las cunas y otras estructuras similares.

6.6.2.17.2. La acción combinada de los soportes (cunas, bastidores, etc.) y de los elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles no debe someter a un esfuerzo excesivo ningún punto del depósito. Todas las cisternas portátiles deben estar provistas de elementos permanentes de elevación y de sujeción. Es preferible que éstos estén montados en los soportes de la cisterna portátil, pero pueden estar montados sobre placas de refuerzo fijadas en el depósito en los puntos de apoyo.

6.6.2.17.3. En el diseño de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al medio ambiente.

6.6.2.17.4. Se deben poder obturar los huecos de entrada de las horquillas elevadoras. Los medios de obturación deben ser un elemento permanente del bastidor o estar permanentemente fijados a éste. No es necesario que las cisternas portátiles de compartimiento único con una longitud inferior a 3,65 m estén provistas de huecos obturados, a condición de que:

- a) el depósito y todos sus accesorios estén bien protegidos de los choques de las horquillas elevadoras; y
- b) la distancia entre los centros de los huecos para las horquillas elevadoras sea por lo menos igual a la mitad de la longitud máxima de la cisterna portátil.

6.6.2.17.5. Cuando las cisternas portátiles no estén protegidas durante el transporte, conforme a lo estipulado en el párrafo 4.2.1.2, los depósitos y los elementos de servicio deben estar protegidos contra los daños resultantes de choques laterales y longitudinales y de vuelcos. Los accesorios externos deben estar protegidos de modo que se impida el escape del contenido del depósito en caso de choque o de vuelco de la cisterna portátil sobre sus accesorios. Constituyen ejemplos de protección:

- a) la protección contra los choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de la línea media;
- b) la protección de la cisterna portátil contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;
- c) la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;
- d) la protección del depósito contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor ISO conforme a la norma ISO 1496-3:5.

6.6.2.18. Aprobación del diseño

6.6.2.18.1. Para cada nuevo diseño de cisterna portátil, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada deben expedir un certificado de aprobación del diseño. En ese certificado debe constar que la cisterna portátil ha sido examinada por esa autoridad, que es adecuada para el fin al que se la destina y que responde a las normas que se establecen en este capítulo y, cuando proceda, a las disposiciones relativas a las sustancias enunciadas en el capítulo 4.2 y en la Lista de Mercancías Peligrosas del capítulo 3.2. Si se fabrica una serie de cisternas portátiles sin modificación del diseño, el certificado debe ser válido para toda la serie. El certificado debe hacer referencia al informe de prueba del prototipo, a las sustancias o grupos de sustancias que se permite transportar, a los materiales de construcción del depósito y del revestimiento (cuando lo haya) y al número de aprobación. El número de aprobación debe componerse del signo o marca distintivos del Estado en cuyo territorio se haya concedido la aprobación, es decir, del signo distintivo que, conforme a la Convención de Viena sobre la Circulación, de 1968, se utiliza en el tráfico internacional, y de un número de registro. En el certificado debe indicarse, si la hubiere, cualquier otra disposición con arreglo a lo indicado en el párrafo 6.6.1.2. La aprobación de un diseño puede aplicarse a cisternas portátiles más pequeñas hechas de materiales de la misma clase y del mismo espesor, con las mismas técnicas de fabricación, con soportes idénticos y sistemas de cierre y otros accesorios equivalentes.

6.6.2.18.2. El informe de prueba del prototipo para la aprobación del diseño debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

- a) los resultados de la prueba del bastidor aplicable, especificada en la norma ISO 1496-3:1995;
- b) los resultados de la inspección y pruebas iniciales previstas en el párrafo 6.6.2.19.3; y
- c) los resultados de la prueba de choque previsto en el párrafo 6.6.2.19.1, cuando proceda.

6.6.2.19. Inspección y pruebas

6.6.2.19.1. En el caso de las cisternas portátiles que responden a la definición de contenedor dada en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC), se debe someter a pruebas de choque un prototipo representativo de cada diseño. El prototipo de cisterna portátil debe resultar capaz de absorber las fuerzas resultantes de un choque no inferior a 4 veces (4 g) la masa bruta máxima autorizada de la cisterna portátil a carga completa, con una duración característica de los choques mecánicos experimentados en el transporte ferroviario. A continuación figura una lista de la normativa sobre los métodos aceptables para la realización de la prueba de choque:

Association of American Railroads,
Manual of Standards and Recommended Practices,
Specifications for Acceptability of Tank Containers (AAR.600), 1992

Canadian Standards Association (CSA),
Highway Tanks and Portable Tanks for the Transportation of Dangerous
Goods (B620-1987)

Deutsche Bahn AG
Zentralbereich Technik, Minden
Cisternas portátiles, prueba dinámica de choque longitudinal

Société Nationale des Chemins de Fer Français
C.N.E.S.T. 002-1966
Contenedores cisterna, esfuerzos externos longitudinales y pruebas
de choque

Spoornet, Sudáfrica
Engineering Development Centre (EDC)
Testing of ISO Tank Containers
Method EDC/TES/023/000/1991-06

6.6.2.19.2. El depósito y los distintos componentes del equipo de cada cisterna portátil deben ser inspeccionados y probados, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y pruebas iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y pruebas periódicas quinquenales) con una inspección y prueba periódica intermedia (inspección y pruebas después de dos años y medio), que se efectuará a mitad del período de cinco años. Esta última inspección y pruebas pueden efectuarse dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la fecha especificada. Cuando sea necesario en virtud del párrafo 6.6.2.19.7, se efectuará una inspección y prueba excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y prueba periódica.

6.6.2.19.3. Como parte de la inspección y pruebas iniciales de una cisterna portátil se debe proceder a una comprobación de las características del diseño, a un examen interno y externo de la cisterna portátil y de sus accesorios teniendo en cuenta las sustancias que se han de transportar en

ella, y a una prueba de presión. Antes de que la cisterna portátil sea puesta en servicio, también debe efectuarse una prueba de estanquidad y una prueba del funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. Si el depósito y los accesorios han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de estanquidad.

6.6.2.19.4. La inspección y pruebas periódicas quinquenales deben comprender un examen interno y externo y también, por lo general, una prueba de presión hidráulica. Los revestimientos, termoaislamientos, etc., de que esté provista la cisterna portátil no se retirarán sino en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que ésta se encuentra. Si el depósito y los elementos de servicio han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de estanquidad.

6.6.2.19.5. La inspección y pruebas periódicas intermedias (a los dos años y medio) deben comprender, por lo menos, un examen interno y externo de la cisterna portátil y de sus accesorios, teniendo en cuenta las sustancias que se han de transportar, una prueba de estanquidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. Los revestimientos, termoaislamientos, etc., de que esté provista la cisterna portátil no se retirarán sino en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que ésta se encuentra. En el caso de cisternas portátiles destinadas al transporte de una sola sustancia, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada pueden renunciar al examen interno a los dos años y medio o sustituirlo por otros métodos de prueba o procedimientos de inspección.

6.6.2.19.6. No se puede llenar ni presentar para ser transporte una cisterna portátil después de la fecha de expiración de la última inspección y prueba periódica quinquenal o de los dos años y medio previstas en el párrafo 6.6.2.19.2. Sin embargo, una cisterna portátil que se haya llenado antes de la fecha de expiración de la última inspección y prueba periódica puede ser transportada durante un período que no exceda de tres meses de dicha fecha. Además, las cisternas portátiles pueden transportarse después de la fecha de expiración de la última prueba e inspección periódica:

- a) vacías y sin limpiar, con objeto de someterlas a la siguiente prueba o inspección requerida antes de volver a llenarlas; y
- b) salvo disposición en contrario de las autoridades competentes, durante un período máximo de seis meses después de la fecha de expiración de la última prueba o inspección periódica, con objeto de posibilitar el regreso de mercancías peligrosas para su eliminación o reciclado. En el documento de transporte debe constar esta exención.

6.6.2.19.7. La inspección y pruebas excepcionales son necesarias cuando hay indicios de que la cisterna portátil tiene zonas dañadas o corroídas, o tiene escapes u otros indicios de deficiencias que puedan afectar a su integridad.

El nivel de la inspección y pruebas excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por la cisterna portátil. Deben incluir por lo menos la inspección y pruebas efectuadas a los dos años y medio con arreglo al párrafo 6.6.2.19.5.

6.6.2.19.8. En los exámenes interno y externo se debe comprobar que:

- a) se inspecciona el depósito para comprobar si tiene picaduras, corrosiones, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que el depósito no sea seguro para el transporte;
- b) se inspeccionan las tuberías, las válvulas, el sistema de calefacción/refrigeración y las juntas para comprobar si existen zonas de corrosión, defectos y otras anomalías, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura durante el llenado, el vaciado o el transporte;
- c) los dispositivos de cierre de las tapas de los agujeros de hombre funcionan correctamente y no hay escapes en la tapas o las juntas;
- d) se reponen los pernos o tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las junturas con brida o en las bridas ciegas;
- e) todos los dispositivos y válvulas de emergencia están exentos de corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal. Deben hacerse funcionar los dispositivos de cierre a distancia y las válvulas de cierre automático para comprobar que funcionan correctamente;
- f) los revestimientos que haya se inspeccionan conforme a los criterios indicados por su fabricante;
- g) las marcas prescritas sobre la cisterna portátil son legibles y cumplen las disposiciones aplicables; y
- h) el bastidor, los soportes y los elementos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.

6.6.2.19.9. Un técnico aprobado por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada debe realizar o presenciar las inspecciones y pruebas indicadas en los párrafos 6.6.2.19.1, 6.6.2.19.3, 6.6.2.19.4, 6.6.2.19.5 y 6.6.2.19.7. Si la prueba de presión forma parte de la inspección y las pruebas, la presión de prueba debe ser la que se indique en la placa de inspección de la cisterna portátil. La cisterna debe ser inspeccionada a presión para determinar si existen escapes en el depósito, las tuberías o los elementos de servicio.

6.6.2.19.10. Todos los trabajos de corte, quemado o soldadura que se realicen en el depósito deben ser aprobados por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada teniendo en cuenta el código para recipientes

a presión utilizado en la construcción del depósito. Una vez terminados los trabajos, se debe efectuar una prueba de presión a la presión de prueba inicial.

6.6.2.19.10. Si se comprueba que la cisterna portátil tiene un defecto que la hace insegura, la cisterna no debe ponerse de nuevo en servicio mientras no haya sido reparada y haya superado una nueva prueba.

6.6.2.20. Marcado

6.6.2.20.11. Toda cisterna portátil debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar bien visible y de fácil acceso para la inspección. Si por la configuración de la cisterna portátil la placa no puede fijarse de modo permanente sobre el depósito, se deberá indicar sobre éste al menos la información prescrita por el código para recipientes a presión. En la placa se grabará, por estampado o por otro método similar, como mínimo la siguiente información:

País de fabricación

U	País de	Número de	Otras disposiciones
N	aprobación	aprobación	"AA"

Nombre o marca del fabricante

Número de serie del fabricante

Entidad autorizada para la aprobación del diseño

Número de matrícula del propietario

Año de fabricación

Código para recipientes a presión al que se ajusta el diseño del depósito

Presión de prueba _____ bar/kPa* efectivos

Presión de servicio máxima autorizada _____ bar/kPa* efectivos

Presión de diseño externa** _____ bar/kPa* efectivos

Gama de temperaturas de cálculo _____ °C a _____ °C

Capacidad de agua a 20 °C _____ litros

Capacidad de agua para cada compartimiento a 20 °C _____ litros

* Se indicará la unidad utilizada.

** Véase el párrafo 6.6.2.2.10.

Fecha de la prueba de presión inicial e identidad del testigo

Presión de servicio máxima autorizada para el sistema de calefacción/
refrigeración _____ bar/kPa* efectivos

Material(es) del depósito y referencia(s) estándar

Espesor equivalente en acero de referencia _____ mm

Material de revestimiento (si lo hubiere)

Fecha y tipo de la(s) prueba(s) periódica(s) más reciente(s)

Mes _____ Año _____ Prueba de presión _____ bar/kPa*
efectivos

Sello del técnico que realizó o presenció la prueba más reciente

6.6.2.20.2. En la cisterna portátil misma o en una placa de metal
sólidamente fijada a la cisterna se deben marcar, además, los siguientes
datos:

Nombre de la empresa explotadora

Nombre de la(s) sustancia(s) transportada(s) y temperatura media máxima
de la carga, si es superior a 50 °C

Masa bruta máxima autorizada _____ kg

Tara _____ kg

Nota: Para la identificación de las sustancias transportadas véase también
la parte 5.

6.6.3. Disposiciones relativas al proyecto, la construcción, la inspección y
la prueba de cisternas portátiles destinadas al transporte de gases
licuados no refrigerados

6.6.3.1. Definiciones

Para los efectos de la presente sección:

Por cisterna portátil se entiende una cisterna multimodal de capacidad
superior a 450 litros utilizada para el transporte de gases licuados no
refrigerados de la clase 2. La cisterna portátil comprende un depósito
provisto de los elementos de servicio y los elementos estructurales que sean
necesarios para el transporte de gases. La cisterna portátil debe poder ser
llenada y vaciada sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales.

* Se indicará la unidad utilizada.

Debe tener elementos estabilizadores exteriores al depósito y poder ser izada cuando esté llena. Está diseñada principalmente para ser cargada en un vehículo de transporte o en un buque y está equipada con patines, soportes o accesorios que faciliten su manipulación mecánica. Los vehículos cisterna de carretera, los vagones cisterna ferroviarios, las cisternas no metálicas, los recipientes intermedios para graneles (RIG), los cilindros de gas a presión y los recipientes grandes no se consideran cisternas portátiles.

Por depósito se entiende la parte de la cisterna portátil que contiene el gas licuado no refrigerado transportado, es decir, la cisterna propiamente dicha, con inclusión de las aberturas y sus cierres, pero con exclusión de los elementos de servicio o los elementos estructurales.

Por elementos de servicio se entienden los instrumentos de medida y los dispositivos de llenado, vaciado, aireación, seguridad y aislamiento térmico.

Por elementos estructurales se entienden los elementos de refuerzo, sujeción, protección o estabilización exteriores al depósito.

Por presión de servicio máxima autorizada se entiende una presión no inferior a la mayor de las dos presiones siguientes, medidas en la parte superior del depósito cuando éste se encuentra en su posición normal pero nunca inferior a 7 bar:

- a) la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- b) la presión manométrica efectiva máxima para la que esté diseñado el depósito, que debe ser:
 - i) en el caso de los gases licuados no refrigerados que figuran en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6, la presión de servicio máxima autorizada (en bar) que se especifique en la instrucción T50 para el gas de que se trate;
 - ii) en el caso de otros gases licuados no refrigerados, igual o mayor que la suma de:
 - la presión de vapor absoluta (en bar) del gas licuado no refrigerado a la temperatura de referencia para el cálculo menos 1 bar; y
 - la presión parcial (en bar) del aire o de otros gases que haya en el espacio vacío, determinada por la temperatura de referencia para el cálculo y la dilatación de la fase líquida debida al aumento de la temperatura media de la carga de $t_x - t_f = t_f$ temperatura de llenado, generalmente 15 °C; $t_x = 50$ °C, temperatura media máxima de la carga).

Por presión de cálculo se entiende la presión que se utilice en los cálculos con arreglo a un código convenido relativo a los recipientes a presión. La presión de cálculo no debe ser inferior a la mayor de las presiones siguientes:

- a) la presión manométrica efectiva máxima autorizada en el depósito durante el llenado o el vaciado; o
- b) la suma de:
 - i) la presión manométrica efectiva máxima para la que esté diseñado el depósito, según se especifica en el apartado b) de la definición de presión de servicio máxima autorizada dada anteriormente; y
 - ii) una presión determinada sobre la base de las fuerzas dinámicas especificadas en el párrafo 6.6.2.3.2.9, que no debe ser nunca inferior a 0,35 bar.

Por presión de prueba se entiende la presión manométrica máxima en la parte superior del depósito, medida durante la prueba de presión.

Por prueba de estanquidad se entiende una prueba en la que se utiliza gas para someter el depósito y sus elementos de servicio a una presión interna efectiva no inferior al 25% de la presión de servicio máxima autorizada.

Por masa bruta máxima permisible se entiende la suma de la tara de la cisterna portátil y la carga máxima cuyo transporte esté autorizado.

Por acero de referencia se entiende un acero que tiene una resistencia a la tracción de 370 N/mm^2 y un alargamiento de rotura del 27%.

Por acero dulce se entiende un acero que tiene una resistencia a la tracción mínima garantizada de 360 N/mm^2 a 440 N/mm^2 y un alargamiento mínimo garantizado de rotura conforme a lo establecido en el párrafo 6.6.3.3.3.3.

La gama de temperaturas de cálculo para el depósito es de -40°C a 50°C en el caso de los gases licuados no refrigerados transportados en las condiciones ambientes. Deben preverse temperaturas de cálculo más rigurosas para las cisternas portátiles sometidas a condiciones climáticas adversas.

Por temperatura de referencia para el cálculo se entiende la temperatura a la que se determina la presión de vapor del contenido de la cisterna para calcular la presión de servicio máxima autorizada. La temperatura de referencia para el cálculo debe ser inferior a la temperatura crítica del gas licuado no refrigerado que se vaya a transportar, a fin de garantizar que dicho gas se encuentre licuado en todo momento. Los valores correspondientes a cada tipo de cisterna portátil son:

- a) depósitos con diámetro no superior a 1,5 metros: 65°C ;

- b) depósitos con diámetro superior a 1,5 metros:
 - i) sin aislamiento ni cubierta contra el sol: 60°C;
 - ii) con cubierta contra el sol (véase el párrafo 6.6.3.2.12): 55°C; y
 - iii) con aislamiento (véase el párrafo 6.6.3.2.12): 50°C.

Por densidad de llenado se entiende la masa media de gas licuado no refrigerado por litro de capacidad del depósito (kg/l). La densidad de llenado se indica en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6.

6.6.3.2. Disposiciones generales relativas al proyecto y la construcción

6.6.3.2.1. Los depósitos deben diseñarse y construirse de conformidad con las disposiciones de un código sobre recipientes a presión aceptado por la autoridad competente. Deben ser de acero capaz de recibir la forma deseada. En principio, los materiales deben ajustarse a las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Para los depósitos soldados sólo debe utilizarse un material cuya soldabilidad esté plenamente demostrada. Las soldaduras deben estar bien hechas y ofrecer total seguridad. Cuando el proceso de fabricación o el material lo exija, el depósito debe ser sometido a un tratamiento térmico adecuado que garantice la resistencia necesaria de las soldaduras y de las zonas afectadas por el calor. Al elegir el material debe tenerse en cuenta la gama de temperaturas de cálculo con respecto al riesgo de fractura frágil bajo tensión, la aparición de fisuras por corrosión y la resistencia a los choques. Cuando se utilice acero de grano fino, el valor garantizado del límite de fluencia no superará los 460 N/mm² y el valor garantizado del límite superior de la resistencia a la tracción no será superior a 725 N/mm² según la especificación del material. Los materiales de las cisternas portátiles deben estar adaptados al medio ambiente exterior en el que vayan a ser transportadas.

6.6.3.2.2. Los depósitos de las cisternas portátiles, sus accesorios y sus tuberías deben estar fabricados con materiales que:

- a) sean prácticamente inalterables por los gases licuados no refrigerados transportados;
- b) sean eficazmente pasivados o neutralizados por la reacción química.

6.6.3.2.3. Las juntas deben estar hechas de un material compatible con los gases licuados no refrigerados transportados.

6.6.3.2.4. Debe evitarse el contacto entre metales diferentes que pueda causar daños por corrosión galvánica.

6.6.3.2.5. Los materiales de que esté hecha la cisterna portátil, incluidos los de cualesquiera dispositivos, juntas y accesorios, no deben afectar negativamente a los gases licuados refrigerados que han de transportarse.

6.6.3.2.6. Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y construidas con soportes que les sirvan de base estable durante el transporte y con piezas de sujeción adecuadas para levantarlas y anclarlas.

6.6.3.2.7. Las cisternas portátiles deben ser diseñadas de forma que resistan, sin pérdida de su contenido, al menos la presión interna ejercida por éste, y las cargas estáticas, dinámicas y térmicas en las condiciones normales de manipulación y transporte. El diseño debe mostrar claramente que se han tenido en cuenta los efectos de la fatiga, resultantes de la aplicación reiterada de esas cargas durante la vida prevista de la cisterna portátil.

6.6.3.2.8. Los depósitos deben ser proyectados de forma que resistan, sin deformación permanente, una presión externa efectiva de al menos 0,4 bar por encima de la presión interna. Los depósitos que vayan a ser sometidos a un vacío considerable antes del llenado o durante el vaciado deben proyectarse de forma que resistan una presión externa de al menos 0,9 bar y deben ser probados a esa presión.

6.6.3.2.9. Las cisternas portátiles y sus elementos de sujeción deben poder soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las siguientes fuerzas estáticas aplicadas separadamente:

- a) en la dirección del transporte, el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)*;
- b) horizontalmente, en ángulo recto a la dirección del transporte: la masa bruta máxima autorizada (cuando la dirección del transporte no esté claramente determinada, las fuerzas deben ser iguales al doble de la masa bruta máxima autorizada) multiplicada por la aceleración de a la gravedad (g)*;
- c) verticalmente hacia arriba, la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*; y
- d) verticalmente hacia abajo, el doble de la masa bruta máxima autorizada (carga total incluido el efecto de la gravedad) multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)*.

6.6.3.2.10. Para cada una de las fuerzas mencionadas en el párrafo 6.6.3.2.9, los coeficientes de seguridad que habrán de aplicarse deben ser los siguientes:

* A efectos de cálculo, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

- a) en el caso de los aceros que tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite de fluencia garantizado; o
- b) en el caso de los aceros que no tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite elástico convencional de 0,2% y, en el caso de los aceros austeníticos, de 1%.

6.6.3.2.11. El valor del límite de fluencia o del límite elástico debe ser el establecido en las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos especificados para esas propiedades en función de las normas sobre materiales podrán aumentarse hasta en un 15% cuando esos valores superiores consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el material en cuestión, los valores utilizados deben ser aprobados por la autoridad competente.

6.6.3.2.12. Si el depósito destinado al transporte de gases licuados no refrigerados tiene un sistema de aislamiento térmico, éste debe cumplir los requisitos siguientes:

- a) debe consistir en una cubierta que proteja como mínimo el tercio superior y como máximo la mitad superior de la superficie del depósito y que esté separada de éste por una capa de aire de alrededor de 40 mm de espesor, o bien;
- b) debe consistir en un revestimiento completo, de espesor suficiente, hecho de materiales aislantes protegidos de manera que el revestimiento no pueda humedecerse ni deteriorarse en las condiciones normales de transporte y que proporcionen una conductancia térmica no superior a $0,67 \text{ (W.m}^{-2}.\text{K}^{-1})$;
- c) la cobertura protectora, si está cerrada de forma que sea estanca a los gases, debe estar provista de un dispositivo que impida que en la capa aislante se acumule una presión peligrosa si se produce un escape en el depósito o en sus elementos o accesorios;
- d) el aislamiento térmico no debe impedir el acceso a los accesorios ni a los dispositivos de vaciado.

6.6.3.2.13. Las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados no refrigerados inflamables deben poder conectarse eléctricamente a tierra.

6.6.3.3. Criterios de diseño

6.6.3.3.1. Los depósitos deben tener una sección transversal circular.

6.6.3.3.2. Los depósitos deben ser proyectados y construidos de forma que resistan una presión de prueba de al menos 1,3 veces la presión de cálculo.

Al proyectar el depósito deben tenerse en cuenta los valores mínimos de la presión de servicio máxima autorizada que se dan en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles, del párrafo 4.2.4.2.6, para el transporte de los diversos gases licuados no refrigerados. También hay que tener en cuenta los requisitos relativos al espesor mínimo de la chapa del depósito indicados en el párrafo 6.6.3.4.

6.6.3.3.3. Para los aceros que tengan un límite de elasticidad claramente definido o se caractericen por tener un límite de fluencia normal garantizado (generalmente un límite elástico convencional de 0,2%; 1% en el caso de los aceros austeníticos) el esfuerzo primario de la membrana σ (sigma) en el depósito, a la presión de prueba, no deberá exceder del menor de los valores siguientes: $0,75 Re$ o $0,50 Rm$ siendo:

Re = límite de elasticidad aparente en N/mm^2 , o límite elástico convencional de 0,2% y en el caso de los aceros austeníticos, de 1%;

Rm = resistencia mínima a la tracción en N/mm^2 .

6.6.3.3.3.1. Los valores de Re y Rm que han de utilizarse deben ser los mínimos especificados en las normas nacionales o internacionales para materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos de Re y Rm especificados según las normas para materiales pueden aumentarse hasta en un 15% cuando estos valores más altos consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el acero en cuestión, los valores de Re y Rm que se utilicen deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.6.3.3.3.2. No se permitirá la construcción de depósitos soldados con aceros que tengan una relación Re/Rm de más de 0,85. Los valores de Re y Rm que han de utilizarse para determinar esa relación son los especificados en el certificado de inspección de materiales.

6.6.3.3.3.3. Los aceros utilizados en la construcción de depósitos deben tener un alargamiento porcentual en la rotura de por lo menos $10.000/Rm$, con un mínimo absoluto del 16% en el caso de los aceros de grano fino y del 20% en el de los demás aceros.

6.6.3.3.3.4. Para determinar los valores reales de los materiales, se debe observar que, en el caso del metal en láminas, el eje de las muestras para pruebas de tracción debe ser perpendicular (transversal) a la dirección del laminado. El alargamiento permanente en la rotura debe medirse en muestras de sección transversal rectangular de conformidad con la norma ISO 6892:1984, utilizando una distancia entre señales en la probeta de 50 mm.

6.6.3.4. Espesor mínimo de la chapa del depósito

6.6.3.4.1. El espesor mínimo de la chapa del depósito deberá ser el mayor de los siguientes:

- a) el espesor mínimo determinado de conformidad con las disposiciones del párrafo 6.6.3.4; o
- b) el espesor mínimo determinado conforme al código convenido para recipientes a presión, habida cuenta de las disposiciones del párrafo 6.6.3.3.

6.6.3.4.2. En los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m, las partes cilíndricas, las extremidades y las tapas de los agujeros de hombre deben tener al menos 5 mm de espesor si son de acero de referencia o el espesor equivalente del acero metal que se utilice. En los depósitos cuyo diámetro exceda de 1,80 m, deben tener al menos 6 mm de espesor si son de acero de referencia o el espesor equivalente del acero metal que se utilice.

6.6.3.4.3. Las partes cilíndricas, las extremidades y las tapas de los agujeros de hombre de todos los depósitos deben tener al menos 4 mm de espesor, sea cual fuere el material empleado en su construcción.

6.6.3.4.4. En el caso de un acero distinto del acero de referencia, el espesor equivalente al prescrito para éste en el párrafo 6.6.3.4.2 se determina mediante la siguiente ecuación:

$$e_1 = \frac{21,4e_0}{\sqrt[3]{Rm_1 \times A_1}}$$

donde:

e_1 = espesor equivalente requerido (en mm) del acero que se utilice;

e_0 = espesor mínimo (en mm) de acero de referencia especificado en el párrafo 6.6.3.4.2;

Rm_1 = resistencia a la tracción mínima garantizada (en N/mm²) del acero que se utilice (véase el párrafo 6.6.3.3.3);

A_1 = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura del acero que se utilice, conforme a las normas nacionales o internacionales.

6.6.3.4.5. El espesor de la chapa no debe, en ningún caso, ser inferior al indicado en los párrafos 6.6.3.4.1 a 6.6.3.4.3. Todas las partes del depósito deben tener el espesor mínimo determinado en los párrafos 6.6.3.4.1 a 6.6.3.4.3. En este espesor no se incluye una tolerancia por corrosión.

6.6.3.4.6. Cuando se utilice acero dulce (véase la parte 6.6.3.1), no es preciso utilizar la ecuación del párrafo 6.6.3.4.4.

6.6.3.4.7. El espesor de la chapa no debe cambiar bruscamente en la unión de las extremidades con la parte cilíndrica del depósito.

6.6.3.5. Elementos de servicio

6.6.3.5.1. Los elementos de servicio deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante el transporte y la manipulación. Si la unión entre el bastidor y el depósito permite un movimiento relativo de esos subconjuntos, los elementos de servicio deben estar sujetos de forma que ese movimiento no produzca ningún daño a los órganos activos. Los accesorios exteriores de vaciado (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), la válvula interna de cierre y su asiento deben estar protegidos contra el riesgo de ser arrancados por fuerzas exteriores (por ejemplo mediante el uso de dispositivos de cizallamiento). Los dispositivos de llenado y vaciado (incluidos las bridas y los tapones roscados) y las tapas protectoras, si las hubiere, deben poder fijarse para evitar su apertura fortuita.

6.6.3.5.2. Todas las aberturas de los depósitos de cisternas portátiles que tengan un diámetro superior a 1,5 mm, excepto las destinadas a recibir dispositivos de reducción de la presión, aberturas de inspección u orificios de purga cerrados, deben estar provistos de un mínimo de tres dispositivos de cierre independientes entre sí colocados en serie, de los cuales el primero será una válvula interna de cierre, una válvula limitadora del flujo o un dispositivo equivalente, el segundo una válvula externa de cierre y el tercero una brida ciega o un dispositivo equivalente.

6.6.3.5.2.1. Cuando una cisterna portátil esté provista de válvulas limitadoras del flujo, éstas deben montarse de manera que su asiento esté situado dentro del depósito o dentro de una brida soldada; si están montadas en el exterior, sus sistemas de montaje deben estar concebidos de manera que en caso de choque conserven su eficacia. Las válvulas limitadoras del flujo se deben seleccionar y montar de manera que se cierren automáticamente cuando se alcance el régimen de descarga especificado por el fabricante. Las conexiones y los accesorios situados en la entrada o en la salida de tales válvulas deben tener capacidad para un flujo mayor que el de la válvula limitadora.

6.6.3.5.3. En el caso de las aberturas de llenado y de vaciado, el primer dispositivo de cierre debe ser una válvula interna de cierre y el segundo una válvula de cierre colocada en una posición accesible en cada tubería de llenado y/o de vaciado.

6.6.3.5.4. En el caso de las aberturas de llenado y de vaciado de las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados no refrigerados inflamables y/o tóxicos, la válvula interna de cierre debe ser un dispositivo de seguridad de cierre instantáneo que se cierre automáticamente si la cisterna portátil experimenta un movimiento anormal durante el llenado o el vaciado o está envuelta en llamas. Este dispositivo también debe poder accionarse mediante un mando a distancia, salvo en el caso de las cisternas portátiles cuya capacidad no exceda de los 1.000 litros.

6.6.3.5.5. Además de las aberturas de llenado, de vaciado y de igualación de la presión de los gases, los depósitos pueden estar provistos de

aberturas en las que se puedan montar indicadores, termómetros y manómetros. Las conexiones de esos instrumentos deben hacerse mediante boquillas o cámaras soldadas adecuadamente y no roscadas a través del cuerpo.

6.6.3.5.6. Toda cisterna portátil debe ir provista de un agujero de hombre o boca de inspección de tamaño adecuado para permitir la inspección interior y un acceso adecuado para los trabajos de mantenimiento y reparación del interior.

6.6.3.5.7. Los accesorios exteriores deben estar agrupados en la mayor medida posible.

6.6.3.5.8. Todas las conexiones de la cisterna portátil deben llevar inscripciones que indiquen claramente su función.

6.6.3.5.9. Las válvulas de cierre y demás medios de cierre deben ser diseñados y construidos para que resistan una presión nominal que no debe ser inferior a la presión de servicio máxima autorizada del depósito, teniendo en cuenta las temperaturas previstas durante el transporte. Las válvulas de cierre con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para las demás válvulas de cierre debe indicarse claramente la posición (abierta y cerrada) y la dirección de cierre. Todas las válvulas de cierre deben diseñarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita.

6.6.3.5.10. Las tuberías se deben diseñar, construir e instalar de manera que no corran el riesgo de ser dañadas por la dilatación y la contracción térmicas, los choques y las vibraciones. Todas las tuberías deben ser de un metal apropiado. Siempre que sea posible, las uniones de las tuberías deben estar soldadas.

6.6.3.5.11. Las juntas de las tuberías de cobre deben hacerse con soldadura fuerte o tener una unión metálica de igual resistencia. El punto de fusión de los materiales utilizados para la soldadura fuerte no debe ser inferior a 525 °C. Las juntas no deben reducir la resistencia de las tuberías, como puede ocurrir con las uniones roscadas.

6.6.3.5.12. La presión de reventazón de todas las tuberías y de todos sus accesorios no debe ser inferior al mayor de los dos valores siguientes: el cuádruple de la presión de servicio máxima autorizada del depósito o el cuádruple de la presión a la que puede estar sometido el depósito en servicio por la acción de una bomba u otro dispositivo (excepto los de reducción de la presión).

6.6.3.5.13. Se deben utilizar metales dúctiles para la fabricación de las válvulas y de los accesorios.

6.6.3.6. Aberturas del fondo

6.6.3.6.1. Ciertos gases licuados no refrigerados no deben ser transportados en cisternas portátiles con aberturas en el fondo cuando en la

instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6 se prohíban dichas aberturas. No debe haber aberturas por debajo del nivel del líquido en el depósito llenado hasta el límite máximo autorizado.

6.6.3.7. Dispositivos de reducción de la presión

6.6.3.7.1. Las cisternas portátiles deben estar provistas de uno o varios dispositivos de reducción de la presión del tipo de muelle, que deben abrirse automáticamente a una presión no inferior a la presión de servicio máxima autorizada y estar completamente abiertos a una presión igual al 110% de la presión de servicio máxima autorizada. Los dispositivos deben cerrarse, después de la descarga, a una presión no inferior en más de un 10% a la presión a la que empieza la descarga y permanecer cerrados a todas las presiones más bajas. Los dispositivos de reducción de la presión deben ser de un tipo que resista los esfuerzos dinámicos, incluidos los debidos al movimiento del líquido. No está permitidos los discos frangibles que no estén montados en serie con un dispositivo de reducción de la presión del tipo de muelle.

6.6.3.7.2. Los dispositivos de reducción de la presión deben estar diseñados de manera que impidan la entrada de objetos extraños, los escapes de gas y todo aumento peligroso de la presión.

6.6.3.7.3. Las cisternas portátiles destinadas al transporte de ciertos gases licuados no refrigerados que se indican en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6 deben tener un dispositivo de reducción de la presión aprobado por las autoridades competentes. Excepto en el caso de las cisternas portátiles destinadas especialmente al transporte de una sustancia y provistas de una válvula de reducción aprobada que esté construida con materiales compatibles con la carga, tal dispositivo debe consistir en una válvula de muelle precedida de un disco frangible. En el espacio comprendido entre el disco frangible y la válvula se debe montar un manómetro u otro indicador adecuado. Este sistema permite detectar la rotura, la perforación o la falta de estanquidad del disco, que pueden perturbar el funcionamiento del dispositivo de reducción de la presión. El disco frangible debe romperse a una presión nominal superior en un 10% a la presión a la que empieza a abrirse el dispositivo de reducción de la presión.

6.6.3.7.4. En el caso de las cisternas portátiles de usos múltiples, los dispositivos de reducción de la presión se deben abrir a la presión indicada en el párrafo 6.6.3.7.1 para el gas que tenga la presión permisible máxima más elevada de todos los gases que pueden transportarse en la cisterna portátil.

6.6.3.8. Capacidad de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.3.8.1. La capacidad total de salida de los dispositivos de reducción de la presión en condiciones en que la cisterna está completamente envuelta en llamas debe ser suficiente para que la presión (incluida la presión acumulada) en el depósito no sea superior al 120% de la presión de servicio

máxima autorizada. Para alcanzar la capacidad total de salida prescrita, se deben utilizar dispositivos de reducción de la presión del tipo de muelle. En el caso de las cisternas de usos múltiples, para la capacidad total de salida se tomará el valor correspondiente al gas que requiera la capacidad de salida más alta de todos los gases que puedan transportarse en la cisterna portátil en cuestión.

6.6.3.8.1.1. Para determinar la capacidad total requerida de los dispositivos de reducción de la presión, que se debe considerar igual a la suma de las capacidades de cada uno de ellos, se debe utilizar la siguiente fórmula*:

$$Q = 12,4 \frac{FA^{0,82}}{LC} \sqrt{\frac{ZT}{M}}$$

donde:

Q = tasa mínima requerida de salida en metros cúbicos por segundo (m³/s) de aire en condiciones normales: 1 bar y 0°C (273 K);

F = coeficiente cuyo valor es el siguiente:

en los depósitos sin aislamiento F = 1

en los depósitos con aislamiento F = U(649-t)/13,6, pero en ningún caso inferior a 0,25 siendo:

U = conductancia térmica del aislamiento en kW.m⁻².K⁻¹, a 38°C

t = temperatura real del gas licuado no refrigerado durante el llenado (en °C); cuando se desconoce esta temperatura, t = 15°C;

Puede tomarse el valor de F dado anteriormente para los depósitos con aislamiento a condición de que éste se ajuste a las disposiciones del párrafo 6.6.3.8.1.2.

A = superficie externa total del depósito en metros cuadrados;

Z = factor de compresibilidad del gas en la condición de acumulación (cuando no se conoce este factor, debe utilizarse Z = 1,0);

* Esta fórmula sólo es válida para gases licuados no refrigerados con temperaturas críticas muy superiores a la temperatura en condiciones de acumulación. Cuando se trate de gases con temperaturas críticas próximas o inferiores a esta última, para calcular la capacidad de salida de los dispositivos de reducción de la presión hay que tener en cuenta otras propiedades termodinámicas del gas (véase por ejemplo, CG S-1.2-1995).

T = temperatura absoluta en grados Kelvin ($^{\circ}\text{C} + 273$) por encima de los dispositivos de reducción de la presión en la condición de acumulación;

L = calor latente de vaporización del líquido, en kJ/kg, en la condición de acumulación;

M = masa molecular del gas que se descarga;

C = constante que puede tomarse del cuadro siguiente, derivado de la siguiente ecuación en función de cociente k de los calores específicos:

C = 0,607 cuando k es igual o menor que la unidad; o

$$C = \sqrt{k \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k+1}{k-1}}}$$

cuando k es mayor que la unidad, siendo

$$k = \frac{c_p}{c_v}$$

donde:

C_p = calor específico a presión constante; y

C_v = calor específico a volumen constante.

C puede tomarse también del cuadro siguiente:

k	C	k	C	k	C
1,00	0,607	1,26	0,660	1,52	0,704
1,02	0,611	1,28	0,664	1,54	0,707
1,04	0,615	1,30	0,667	1,56	0,710
1,06	0,620	1,32	0,671	1,58	0,713
1,08	0,624	1,34	0,674	1,60	0,716
1,10	0,628	1,36	0,678	1,62	0,719
1,12	0,633	1,38	0,681	1,64	0,722
1,14	0,637	1,40	0,685	1,66	0,725
1,16	0,641	1,42	0,688	1,68	0,728

k	C	k	C	k	C
1,18	0,645	1,44	0,691	1,70	0,731
1,20	0,649	1,46	0,695	2,00	0,770
1,22	0,652	1,48	0,698	2,20	0,793
1,24	0,656	1,50	0,701		

6.6.3.8.1.2. Los sistemas de aislamiento, utilizados para reducir la capacidad de salida, deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. En todos los casos, los sistemas de aislamiento aprobados con tal fin deben reunir las siguientes condiciones:

- a) mantener su eficacia a todas las temperaturas hasta 649°C; y
- b) estar envueltos en un material cuyo punto de fusión sea igual o superior a 700°C.

6.6.3.9. Marcado de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.3.9.1. Todo dispositivo de reducción de la presión debe tener marcados, con caracteres claramente legibles e indelebles, los siguientes datos:

- a) la presión (en bar o kPa) a la que esté previsto que funcione;
- b) la tolerancia autorizada a la presión de descarga para los dispositivos de muelle;
- c) la temperatura de referencia correspondiente a la presión de régimen para los discos frangibles; y
- d) la capacidad nominal de conducción del dispositivo en metros cúbicos de aire por segundo (m^3/s) en condiciones normales.

Cuando sea posible, también debe figurar la siguiente información:

- e) el nombre del fabricante y el número de catálogo correspondiente.

6.6.3.9.2. La capacidad nominal de conducción indicada en los dispositivos de reducción de la presión se determina según la norma ISO 4126-1:1996.

6.6.3.10. Tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión

6.6.3.10.1. Los tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión deben ser de tamaño suficiente para que el volumen de gas requerido pueda llegar sin dificultad al dispositivo de seguridad. No se debe instalar ninguna válvula de cierre entre el depósito y los dispositivos de reducción de la presión, a no ser que haya instalados dispositivos duplicados para el

mantenimiento o por otras razones y que las válvulas de cierre conectadas a los dispositivos efectivamente en funcionamiento estén inmovilizadas en posición abierta o acopladas entre sí de forma que por lo menos uno de esos dispositivos duplicados esté siempre en estado de funcionar y cumpla los requisitos enunciados en la sección 6.6.3.8. Ninguna abertura que conduzca a un orificio de escape o dispositivo de reducción de la presión debe estar obstruida de manera que se obstaculice o se cierre el paso del depósito al dispositivo. Cuando los dispositivos de reducción de la presión tengan orificios de escape, éstos deben dar salida a la atmósfera al vapor o al líquido de forma que sea mínima la contrapresión ejercida sobre los dispositivos de seguridad.

6.6.3.11. Emplazamiento de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.3.11.1. Cada orificio de admisión de los dispositivos de reducción de la presión debe estar situado en la parte superior del depósito, lo más cerca posible del centro longitudinal y transversal del mismo. Todos los orificios de admisión de los dispositivos de reducción de la presión, en las condiciones de tasa máxima de llenado, deben estar situados en el espacio de vapor del depósito y los dispositivos deben estar dispuestos de forma que el vapor salga libremente. En el caso de gases licuados no refrigerados inflamables, la salida de vapor debe estar dirigida de manera que éste no pueda tropezar con el depósito. Se permite el uso de dispositivos de protección para desviar el chorro de vapor, a condición de que no disminuya la capacidad requerida del dispositivo de reducción de la presión.

6.6.3.11.2. Se deben tomar medidas para impedir que las personas no autorizadas tengan acceso a los dispositivos de reducción de la presión y para evitar que éstos sufran daños en caso de vuelco de la cisterna portátil.

6.6.3.12. Dispositivos indicadores

6.6.3.12.1. Las cisternas portátiles, salvo las que se llenen a peso, deben ir provistas de uno o varios dispositivos indicadores. No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni indicadores hechos de otros materiales frágiles que estén en comunicación directa con el contenido del depósito.

6.6.3.13. Soportes, bastidores y elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles

6.6.3.13.1. Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y fabricadas con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del diseño, se deben tener en cuenta las fuerzas que se indican en el párrafo 6.6.3.2.9 y el factor de seguridad indicado en el párrafo 6.6.3.2.10. Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las cunas y otras estructuras similares.

6.6.3.13.2. La acción combinada de los soportes (cunas, bastidores, etc.) y de los elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles no debe someter a un esfuerzo excesivo ningún punto del depósito. Todas las

cisternas portátiles deben estar provistas de elementos permanentes de elevación y de sujeción. Es preferible que éstos estén montados en los soportes de la cisterna portátil, pero pueden estar montados sobre placas de refuerzo fijadas en el depósito en los puntos de apoyo.

6.6.3.13.3. En el diseño de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al medio ambiente.

6.6.3.13.4. Se deben poder obturar los huecos de entrada de las horquillas elevadoras. Los medios de obturación deben ser un elemento permanente del bastidor o estar permanentemente fijados a éste. No es necesario que las cisternas portátiles de compartimiento único con una longitud inferior a 3,65 m estén provistas de huecos obturados, a condición de que:

- a) el depósito y todos sus accesorios estén bien protegidos de los choques de las horquillas elevadoras; y
- b) la distancia entre los centros de los huecos para las horquillas elevadoras sea por lo menos igual a la mitad de la longitud máxima de la cisterna portátil.

6.6.3.13.5. Cuando las cisternas portátiles no estén protegidas durante el transporte, conforme a lo estipulado en el párrafo 4.2.2.3., los depósitos y los elementos de servicio deben estar protegidos contra los daños resultantes de choques laterales y longitudinales y de vuelcos. Los accesorios externos deben estar protegidos de modo que se impida el escape del contenido del depósito en caso de choque o de vuelco de la cisterna portátil sobre sus accesorios. Constituyen ejemplos de protección:

- a) la protección contra los choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de la línea media;
- b) la protección de la cisterna portátil contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;
- c) la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;
- d) la protección del depósito contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor ISO conforme a la norma ISO 1496-3:1995.

6.6.3.14. Aprobación del diseño

6.6.3.14.1. Para cada nuevo diseño de cisterna portátil, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada deben expedir un certificado de aprobación del diseño. En ese certificado debe constar que la cisterna portátil ha sido examinada por esa autoridad, que es adecuada para el fin al que se la destina y que responde a las normas que se establecen en este

capítulo y, cuando proceda, a las disposiciones relativas a gases enunciadas en la instrucción T50 sobre cisternas portátiles del párrafo 4.2.4.2.6. Si se fabrica una serie de cisternas portátiles sin modificación del diseño, el certificado debe ser válido para toda la serie. El certificado debe hacer referencia al informe de prueba del prototipo, a los gases que se permite transportar, a los materiales de construcción del depósito y al número de aprobación. El número de aprobación debe componerse del signo o marca distintivos del Estado en cuyo territorio se haya concedido la aprobación, es decir, del signo distintivo que, conforme a la Convención de Viena sobre la Circulación, de 1968, se utiliza en el tráfico internacional, y de un número de registro. En el certificado debe indicarse, si la hubiere, cualquier otra disposición con arreglo a lo indicado en el párrafo 6.6.1.2. La aprobación de un diseño puede aplicarse a cisternas portátiles más pequeñas hechas de materiales de la misma clase y del mismo espesor, con las mismas técnicas de fabricación, con soportes idénticos y sistemas de cierre y otros accesorios equivalentes.

6.6.3.14.2. El informe de prueba del prototipo para la aprobación del diseño debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

- a) los resultados de la prueba del bastidor aplicable, especificada en la norma ISO 1496-3:1995;
- b) los resultados de la inspección y pruebas iniciales previstos en el párrafo 6.6.3.15.3; y
- c) los resultados de la prueba de choque prevista en el párrafo 6.6.3.15.1, cuando proceda.

6.6.3.15. Inspección y pruebas

6.6.3.15.1. En el caso de las cisternas portátiles que responden a la definición de contenedor dada en el Convenio internacional sobre la seguridad de los contenedores (CSC), se debe someter a pruebas de choque un prototipo representativo de cada diseño. El prototipo de cisterna portátil debe resultar capaz de absorber las fuerzas resultantes de un choque no inferior a 4 veces (4 g) la masa bruta máxima autorizada de la cisterna portátil a carga completa, con una duración característica de los choques mecánicos experimentados en el transporte ferroviario. A continuación figura una lista de la normativa sobre métodos aceptables para la realización de la prueba de choque:

Association of American Railroads,
Manual of Standards and Recommended Practices,
Specifications for Acceptability of Tank Containers (AAR.600), 1992

Canadian Standards Association (CSA),
Highway Tanks and Portable Tanks for the Transportation of Dangerous
Goods (B620-1987)

Deutsche Bahn AG
Zentralbereich Technik, Minden
Cisternas portátiles, prueba dinámica de choque longitudinal

Société Nationale des Chemins de Fer Français
C.N.E.S.T. 002-1966.
Contenedores cisterna, esfuerzos externos longitudinales y pruebas
dinámicas de choque

Spoornet, Sudáfrica
Engineering Development Centre (EDC)
Testing of ISO Tank Containers
Method EDC/TES/023/000/1991-06

6.6.3.15.2. El depósito y los distintos componentes del equipo de cada cisterna portátil deben ser inspeccionados y probados, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y pruebas iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y pruebas periódicas quinquenales) con una inspección y prueba periódica intermedia (inspección y pruebas después de dos años y medio), que se efectuará a mitad del período de cinco años. Esta última inspección y pruebas pueden efectuarse dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la fecha especificada. Cuando sea necesario en virtud del párrafo 6.6.3.15.7, se efectuará una inspección y pruebas excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y prueba periódica.

6.6.3.15.3. Como parte de la inspección y pruebas iniciales de una cisterna portátil se debe proceder a una comprobación de las características del diseño, a un examen interno y externo de la cisterna portátil y de sus accesorios teniendo en cuenta los gases licuados no refrigerados que se han de transportar en ella, y a una prueba de presión, teniendo en cuenta las presiones de prueba estipuladas en el párrafo 6.6.3.3.2. La prueba de presión puede ser hidráulica o puede utilizarse otro líquido o gas si lo aprueba la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. Antes de que la cisterna portátil sea puesta en servicio, también debe efectuarse una prueba de estanquidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. Si el depósito y los accesorios han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de estanquidad. Todas las soldaduras del depósito sometidas al nivel máximo de esfuerzo deben ser supervisadas en la prueba inicial por radiografía, por ultrasonidos o por otro método apropiado no destructivo. Esta disposición no se aplica a la camisa.

6.6.3.15.4. La inspección y pruebas periódicas quinquenales deben comprender un examen interno y externo y también, por lo general, una prueba de presión hidráulica. Los revestimientos, termoaislamientos, etc., de que esté provista la cisterna portátil no se retirarán sino en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que ésta se encuentra. Si el depósito y los elementos de servicio han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de estanquidad.

6.6.3.15.5. La inspección y pruebas periódicas intermedias, que se efectuarán en un plazo de dos años y medio, deben comprender, por lo menos, un examen interno y externo de la cisterna portátil y de sus accesorios, teniendo en cuenta los gases licuados no refrigerados que se han de transportar, una prueba de estanquidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. Los revestimientos, termoaislamientos, etc., de que esté provista la cisterna portátil no se retirarán sino en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que ésta se encuentra. En el caso de cisternas portátiles destinadas al transporte de un solo gas licuado no refrigerado, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada pueden renunciar al examen interno a los dos años y medio o sustituirlo por otros métodos de prueba o procedimientos de inspección.

6.6.3.15.6. No se puede llenar ni presentar para su transporte una cisterna portátil después de la fecha de expiración de la última inspección y prueba periódica quinquenal o de los dos años y medio previstas en el párrafo 6.6.3.15.2. Sin embargo, una cisterna portátil que se haya llenado antes de la fecha de expiración de la última inspección y prueba periódica puede ser transportada durante un período que no exceda de tres meses de dicha fecha. Además, las cisternas portátiles pueden transportarse después de la fecha de expiración de la última prueba e inspección periódica:

- a) vacías y sin limpiar con objeto de someterlas a la siguiente prueba o inspección requerida antes de volver a llenarlas; y
- b) salvo disposición en contrario de las autoridades competentes, durante un período máximo de seis meses después de la fecha de expiración de la última prueba o inspección periódica, con objeto de posibilitar el regreso de mercancías peligrosas para su eliminación o reciclado. En el documento de transporte debe constar esta exención.

6.6.3.15.7. La inspección y pruebas excepcionales son necesarias cuando hay indicios de que la cisterna portátil tiene zonas dañadas o corroídas, o tiene escapes u otros indicios de deficiencias que puedan afectar a su integridad. El nivel de la inspección y pruebas excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por la cisterna portátil. Deben incluir por lo menos la inspección y pruebas efectuadas a los dos años y medio con arreglo al párrafo 6.6.3.15.5.

6.6.3.15.8. En los exámenes interno y externo se debe comprobar que:

- a) se inspecciona el depósito para comprobar si tiene picaduras, corrosiones, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura para el transporte;
- b) se inspeccionan las tuberías, las válvulas y las juntas para comprobar si existen zonas de corrosión, defectos y otras anomalías,

- incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura durante el llenado, el vaciado o el transporte;
- c) los dispositivos de cierre de las tapas de los agujeros de hombre funcionan correctamente y no hay escapes en las tapas o las juntas;
 - d) se reponen los pernos o tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las juntas con brida o en las bridas ciegas;
 - e) todos los dispositivos y válvulas de emergencia están exentos de corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal. Deben hacerse funcionar los dispositivos de cierre a distancia y las válvulas de cierre automático para comprobar que funcionan correctamente;
 - f) las marcas prescritas sobre la cisterna portátil son legibles y cumplen las disposiciones aplicables; y
 - g) el bastidor, los soportes y los elementos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.

6.6.3.15.9. Un técnico aprobado por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada debe realizar o presenciar las inspecciones y pruebas indicadas en los párrafos 6.6.3.15.1, 6.6.3.15.3, 6.6.3.15.4, 6.6.3.15.5 y 6.6.3.15.7. Si la prueba de presión forma parte de la inspección y las pruebas, la presión de prueba debe ser la que se indique en la placa de inspección de la cisterna portátil. La cisterna debe ser inspeccionada a presión para determinar si existen escapes en el depósito, las tuberías o los elementos de servicio.

6.6.3.15.10. Todos los trabajos de corte, quemado o soldadura que se realicen en el depósito deben ser aprobados por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada teniendo en cuenta el código para recipientes a presión utilizado en la construcción del depósito. Una vez terminados esos trabajos, se debe efectuar una prueba de presión a la presión de prueba inicial.

6.6.3.15.10. Si se comprueba que la cisterna portátil tiene un defecto que la hace insegura, la cisterna no debe ponerse de nuevo en servicio mientras no haya sido reparada y haya superado una nueva prueba.

6.6.3.16. Marcado

6.6.3.16.1. Toda cisterna portátil debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar bien visible y de fácil acceso para la inspección. Si por la configuración de la cisterna portátil la placa no puede fijarse de modo permanente sobre el depósito, se deberá indicar sobre éste al menos la información prescrita por el código para recipientes a presión. En la placa se grabará, por estampado o por otro método similar, como mínimo la siguiente información.

País de fabricación

U	País de	Número de	Otras disposiciones
N	aprobación	aprobación	"AA"

Nombre o marca del fabricante

Número de serie del fabricante

Entidad autorizada para la aprobación del diseño

Número de matrícula del propietario

Año de fabricación

Código para recipientes a presión al que se ajusta el diseño del depósito

Presión de prueba _____ bar/kPa* efectivos

Presión de servicio máxima autorizada _____ bar/kPa* efectivos

Presión de diseño externa** _____ bar/kPa* efectivos

Gama de temperaturas de cálculo _____ °C a _____ °C

Temperatura de referencia para el cálculo _____ °C

Capacidad de agua a 20 °C _____ litros

Fecha de la prueba de presión inicial e identidad del testigo

Material(es) del depósito y referencia(s) estándar

Espesor equivalente en acero de referencia _____ mm

Fecha y tipo de la(s) prueba(s) periódica(s) más reciente(s)

Mes _____ Año _____ Prueba de presión _____ bar/kPa*

Sello del técnico que realizó o presenció la prueba más reciente

6.6.3.16.2. En la cisterna portátil misma o en una placa de metal sólidamente fijada a la cisterna se deben marcar, además, los siguientes datos:

Nombre de la empresa explotadora

* Se indicará la unidad utilizada.

** Véase el párrafo 6.6.3.2.8.

Nombre del(los) gas(es) licuado(s) no refrigerado(s) cuyo transporte se ha autorizado

Carga máxima autorizada de cada gas licuado no refrigerado autorizado

Masa bruta máxima autorizada _____ kg

Tara _____ kg

Nota: Para la identificación de los gases licuados no refrigerados transportados véase también la parte 5.

6.6.4. Disposiciones relativas al proyecto, la construcción, la inspección y la prueba de cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados refrigerados

6.6.4.1. Definiciones

Para los efectos de la presente sección:

Por cisterna portátil se entiende una cisterna multimodal termoaislada de capacidad superior a 450 litros que esté provista de todos los elementos de servicio y los elementos estructurales que sean necesarios para el transporte de gases licuados refrigerados. La cisterna portátil debe poder ser llenada y vaciada sin necesidad de desmontar sus elementos estructurales. Debe tener elementos estabilizadores exteriores a la cisterna y poder ser izada cuando esté llena. Está diseñada principalmente para ser cargada en un vehículo de transporte o en un buque y está equipada con patines, soportes o accesorios que faciliten su manipulación mecánica. Los vehículos cisterna de carretera, los vagones cisterna ferroviarios, las cisternas no metálicas, los recipientes intermedios para graneles (RIG) los cilindros de gas a presión y los recipientes grandes no se consideran cisternas portátiles.

Por cisterna se entiende una construcción que normalmente consta de:

- a) una camisa exterior y uno o varios depósitos interiores, existiendo entre aquella y éstos un espacio intermedio del que se ha extraído el aire (aislamiento por vacío) y que puede tener un sistema de aislamiento térmico; o
- b) una camisa exterior y un depósito interior con una capa intermedia de material termoaislante compacto (por ejemplo, espuma compacta).

Por depósito se entiende la parte de la cisterna portátil que contiene el gas licuado refrigerado transportado, con inclusión de las aberturas y sus cierres, pero con exclusión de los elementos de servicio o los elementos estructurales exteriores.

Por camisa se entiende la cubierta o el revestimiento aislante exterior, que puede formar parte del sistema termoaislante.

Por elementos de servicio se entienden los instrumentos de medida y los dispositivos de llenado, vaciado, aireación, seguridad, presurización, refrigeración y termoaislamiento.

Por elementos estructurales se entienden los elementos de refuerzo, sujeción, protección o estabilización exteriores al depósito.

Por presión de servicio máxima autorizada se entiende la presión manométrica efectiva máxima permisible en la parte superior del depósito de una cisterna portátil cargada, estando ésta en su posición normal, con inclusión de la presión efectiva máxima durante el llenado o el vaciado.

Por presión de prueba se entiende la presión manométrica máxima en la parte superior del depósito, medida durante la prueba de presión.

Por prueba de estanquidad se entiende una prueba en la que se utiliza gas para someter el depósito y sus elementos de servicio a una presión interna efectiva no inferior al 90% de la presión de servicio máxima autorizada.

Por masa bruta máxima permisible se entiende la suma de la tara de la cisterna portátil y la carga máxima cuyo transporte esté autorizado.

Por tiempo de retención se entiende el tiempo que transcurra desde que se establece la condición inicial de llenado hasta que la presión -por efecto del calentamiento- llega al valor mínimo a que se han ajustado los dispositivos de reducción de la presión para que empiecen a funcionar.

Por acero de referencia se entiende un acero que tiene una resistencia a la tracción de 370 N/mm^2 y un alargamiento de rotura del 27%.

Por temperatura mínima de proyecto se entiende la temperatura utilizada en el proyecto y la construcción del depósito, que no debe ser superior a la temperatura (temperatura de servicio) más baja del contenido en condiciones normales de llenado, vaciado y transporte.

6.6.4.2. Disposiciones generales relativas al proyecto y la construcción

6.6.4.2.1. Los depósitos deben diseñarse y construirse de conformidad con las disposiciones de un código sobre recipientes a presión aceptado por la autoridad competente. Los depósitos y las camisas deben ser de materiales metálicos capaces de recibir la forma deseada. Las camisas deben ser de acero. Para los elementos de apoyo y sujeción entre el depósito y la camisa pueden utilizarse materiales no metálicos, siempre que sus propiedades a la temperatura mínima de proyecto resulten adecuadas. En principio, los materiales deben ajustarse a las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Para los depósitos y camisas soldados sólo deben utilizarse materiales cuya soldabilidad esté plenamente demostrada. Las soldaduras deben estar bien hechas y ofrecer total seguridad. Cuando el proceso de fabricación o el material lo exija, el depósito debe ser sometido a un tratamiento térmico adecuado que garantice la resistencia necesaria de las soldaduras y de las zonas afectadas por el calor. Al elegir el material debe

tenerse en cuenta la temperatura mínima de proyecto con respecto al riesgo de fractura frágil, la fragilización por absorción de hidrógeno, la aparición de fisuras por corrosión y la resistencia a los choques. Cuando se utilice acero de grano fino, el valor garantizado del límite de fluencia no superará los 460 N/mm² y el valor garantizado del límite superior de la resistencia a la tracción no será superior a 725 N/mm² según las especificaciones del material. Los materiales de las cisternas portátiles deben estar adaptados al medio ambiente exterior en el que vayan a ser transportados.

6.6.4.2.2. Todas las partes de un contenedor cisterna -accesorios, juntas y tuberías inclusive- que normalmente puedan entrar en contacto con el gas licuado refrigerado que se transporta deben ser compatibles con éste.

6.6.4.2.3. Debe evitarse el contacto entre metales diferentes que pueda causar daños por corrosión galvánica.

6.6.4.2.4. El aislamiento térmico consistirá en un revestimiento completo del depósito o depósitos de la cisterna, constituido por materiales aislantes eficaces. El aislamiento exterior debe ir protegido por una camisa a fin de que, en las condiciones normales de transporte, no penetre la humedad ni se produzcan otros daños.

6.6.4.2.5. Si la camisa va cerrada de tal forma que sea estanca a los gases, se incorporará un dispositivo que evite los aumentos peligrosos de presión en el espacio aislante.

6.6.4.2.6. Las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados refrigerados cuyo punto de ebullición sea inferior a -182°C a la presión atmosférica, no deben contener ningún material que pueda reaccionar peligrosamente con el oxígeno o con atmósferas ricas en oxígeno cuando se encuentre en alguna parte del aislamiento térmico que pueda entrar en contacto con oxígeno o con fluidos ricos en oxígeno.

6.6.4.2.7. Los materiales de aislamiento deben ser tales que no se deterioren excesivamente en condiciones de servicio.

6.6.4.2.8. Para cada gas licuado refrigerado que se transporte en cisternas portátiles se debe determinar un tiempo de retención de referencia.

6.6.4.2.8.1. El tiempo de retención de referencia se debe determinar siguiendo un método aceptado por la autoridad competente sobre la base de lo siguiente:

- a) la eficacia del sistema de aislamiento, determinada según se indica en el párrafo 6.6.4.2.8.2;
- b) la presión mínima de funcionamiento a que se hayan ajustado los dispositivos de reducción de la presión;
- c) las condiciones iniciales de llenado;

- d) una temperatura ambiente teórica de 30°C;
- e) las propiedades físicas del gas licuado refrigerado que se vaya a transportar.

6.6.4.2.8.2. La eficacia del sistema de aislamiento (absorción de calor en vatios) se debe determinar mediante pruebas en cada tipo de cisterna portátil conforme a un procedimiento aceptado por la autoridad competente. Las pruebas deben consistir en:

- a) una prueba a presión constante (por ejemplo, a presión atmosférica) si se mide la pérdida de gas licuado refrigerado durante un período de tiempo determinado; o
- b) una prueba en sistema cerrado si se mide el aumento de presión en el depósito durante un período de tiempo determinado.

Al efectuar la prueba a presión constante deben tenerse en cuenta las variaciones de la presión atmosférica. En ambos tipos de prueba deben aplicarse correcciones que tengan en cuenta las posibles variaciones de la temperatura ambiente respecto del valor de referencia teórico de 30°C.

Nota: Para la determinación del tiempo de retención real antes de cada viaje, véase el párrafo 4.2.3.7.

6.6.4.2.9. La camisa de las cisternas de pared doble con aislamiento por vacío debe proyectarse de modo que resista una presión manométrica exterior de por lo menos 100 kPa (1 bar), calculada según normas reconocidas, o una presión de pandeo equivalente a por lo menos 200 kPa (2 bar) de presión manométrica. Para calcular la resistencia de la camisa a la presión exterior podrán tenerse en cuenta los dispositivos de refuerzo interiores y exteriores.

6.6.4.2.10. Las cisternas portátiles deben ser proyectadas y construidas con soportes que les sirvan de base estable durante el transporte y con elementos de sujeción adecuados para levantarlas y anclarlas.

6.6.4.2.11. Las cisternas portátiles deben ser diseñadas de forma que resistan, sin pérdida de su contenido, al menos la presión interna ejercida por éste, y las cargas estáticas, dinámicas y térmicas en las condiciones normales de manipulación y transporte. El diseño debe mostrar claramente que se han tenido en cuenta los efectos de la fatiga, resultantes de la aplicación reiterada de esas cargas durante la vida prevista de la cisterna portátil.

6.6.4.2.12. Las cisternas portátiles y sus elementos de sujeción deben poder soportar, cuando lleven la carga máxima autorizada, las siguientes fuerzas estáticas aplicadas separadamente:

- a) en la dirección del transporte, el doble de la masa bruta máxima autorizada multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)*;
- b) horizontalmente, en ángulo recto a la dirección del transporte: la masa bruta máxima autorizada (cuando la dirección del transporte no esté claramente determinada, las fuerzas deben ser iguales al doble de la masa bruta máxima autorizada) multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*;
- c) verticalmente hacia arriba, la masa bruta máxima autorizada multiplicada por la aceleración de la gravedad (g)*; y
- d) verticalmente hacia abajo, el doble de la masa bruta máxima autorizada (carga total, incluido el efecto de la gravedad) multiplicado por la aceleración de la gravedad (g)*.

6.6.4.2.13. Para cada una de las fuerzas mencionadas en el párrafo 6.6.4.2.12, los coeficientes de seguridad que han de aplicarse deben ser los siguientes:

- a) en el caso de los materiales que tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite de fluencia garantizado; o
- b) en el caso de los materiales que no tengan un límite de elasticidad claramente definido, un coeficiente de seguridad de 1,5 en relación con el límite elástico convencional garantizado de 0,2% y, en el caso de los aceros austeníticos, de 1%.

6.6.4.2.14. El valor del límite de fluencia o del límite elástico debe ser el establecido en las normas nacionales o internacionales sobre materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos especificados para esas propiedades en función de las normas sobre materiales podrán aumentarse hasta en un 15% cuando esos valores superiores consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el metal en cuestión, o se utilicen materiales no metálicos, los valores que se utilicen deben ser aprobados por la autoridad competente.

6.6.4.2.15. Las cisternas portátiles destinadas al transporte de gases licuados refrigerados inflamables deben poder conectarse eléctricamente a tierra.

6.6.4.3. Criterios de diseño

6.6.4.3.1. Los depósitos deben tener una sección transversal circular.

6.6.4.3.2. Los depósitos deben estar proyectados y fabricados de modo que resistan una presión de prueba equivalente a, por lo menos, 1,3 veces la

* A efectos de cálculo, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

presión de servicio máxima autorizada. En el caso de un depósito aislado por vacío, la presión de prueba no debe ser inferior a 1,3 veces la suma de la presión de servicio máxima autorizada y 100 kPa (1 bar). En todo caso, la presión de prueba no debe ser inferior a una presión manométrica de 300 kPa (3 bar). Véase asimismo las prescripciones relativas al espesor mínimo de las paredes del depósito que figuran en los párrafos 6.6.4.4.2 a 6.6.4.4.7.

6.6.4.3.3. Para los metales que tengan un límite de elasticidad claramente definido o se caractericen por tener un límite de fluencia normal garantizado (generalmente un límite elástico convencional de 0,2%; 1% en el caso de los aceros austeníticos) el esfuerzo primario de la membrana σ (sigma) en el depósito, a la presión de prueba, no deberá exceder del menor de los valores siguientes: 0,75 Re o 0,50 Rm siendo

Re = límite de elasticidad aparente en N/mm², o límite elástico convencional de 0,2% y en el caso de los aceros austeníticos, de 1%;

Rm = resistencia mínima a la tracción en N/mm².

6.6.4.3.3.1. Los valores de Re y Rm que han de utilizarse deben ser los mínimos especificados en las normas nacionales o internacionales para materiales. Cuando se utilicen aceros austeníticos, los valores mínimos de Re y Rm especificados según las normas para materiales pueden aumentarse hasta en un 15% cuando estos valores más altos consten en el certificado de inspección de materiales. Cuando no exista ninguna norma para el metal en cuestión, los valores de Re y Rm que se utilicen deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada.

6.6.4.3.3.2. No se permitirá la construcción de depósitos soldados con aceros que tengan una relación Re/Rm de más de 0,85. Los valores de Re y Rm que han de utilizarse para determinar esa relación son los especificados en el certificado de inspección de materiales.

6.6.4.3.3.3. Los aceros utilizados en la construcción de depósitos deben tener un alargamiento porcentual en la rotura de por lo menos 10.000/Rm, con un mínimo absoluto del 16% en el caso de los aceros de grano fino y del 20% en el de los demás aceros. El aluminio y las aleaciones de éste que se utilicen en la construcción de depósitos de cisternas deben tener un alargamiento porcentual en la rotura no inferior a 10.000/6Rm, con un mínimo absoluto del 12%.

6.6.4.3.3.4. Para determinar los valores reales de los materiales, se debe observar que, en el caso del metal en láminas, el eje de las muestras para pruebas de tracción debe ser perpendicular (transversal) a la dirección del laminado. El alargamiento permanente en la rotura debe medirse en muestras de sección transversal rectangular de conformidad con la norma ISO 6892:1984, utilizando una distancia entre señales en la probeta de 50 mm.

6.6.4.4. Espesor mínimo de la chapa del depósito

6.6.4.4.1. El espesor mínimo de la chapa del depósito deberá ser el mayor de los siguientes:

- a) el espesor mínimo determinado de conformidad con las disposiciones de los párrafos 6.6.4.4.2 a 6.6.4.4.7;
- b) el espesor mínimo determinado conforme al código convenido para recipientes a presión, habida cuenta de las disposiciones del párrafo 6.6.4.3.

6.6.4.4.2. Los depósitos cuyo diámetro no sea superior a 1,80 m deben tener paredes de al menos 5 mm de espesor si son de acero de referencia o del espesor equivalente del metal que se utilice. Los depósitos cuyo diámetro exceda de 1,80 m, deben tener paredes de al menos 6 mm de espesor si son de acero de referencia o del espesor equivalente del metal que se utilice.

6.6.4.4.3. Los depósitos de cisternas aisladas por vacío cuyo diámetro sea igual o inferior a 1,80 m deben tener paredes de la menos 3 mm de espesor si son de acero de referencia, o de un espesor equivalente del metal que se utilice. En el caso de que su diámetro exceda de 1,80 m deben tener paredes de al menos 4 mm de espesor si son de acero de referencia, o de un espesor equivalente del metal que se utilice.

6.6.4.4.4. En las cisternas aisladas por vacío, el espesor combinado de la camisa y el depósito debe corresponder al espesor mínimo prescrito en el párrafo 6.6.4.4.2, no debiendo ser el espesor del depósito propiamente dicho inferior al espesor mínimo prescrito en el párrafo 6.6.4.4.3.

6.6.4.4.5. Todos los depósitos deben tener por lo menos 3 mm de espesor, sea cual fuere el material empleado en su fabricación.

6.6.4.4.6 En el caso de un metal distinto del acero de referencia el espesor equivalente al prescrito para éste en los párrafos 6.6.4.4.2 y 6.6.4.4.3 se determina mediante la siguiente ecuación:

$$e_1 = \frac{21,4 \times e_0}{\sqrt[3]{Rm_1 \times A_1}}$$

donde:

e_1 = espesor equivalente requerido (en mm) del metal que se utilice;

e_0 = espesor mínimo (en mm) del acero de referencia especificado en los párrafos 6.6.4.4.2 y 6.6.4.4.3;

Rm_1 = resistencia a la tracción mínima garantizada (en N/mm²) del metal que se utilice (véase el párrafo 6.6.4.3.3);

A_1 = alargamiento porcentual mínimo garantizado en la rotura del metal que se utilice conforme a las normas nacionales o internacionales.

6.6.4.4.7. El espesor de la pared no debe, en ningún caso, ser inferior al indicado en los párrafos 6.6.4.4.1 a 6.6.4.4.6. En este espesor no se incluye una tolerancia por corrosión.

6.6.4.4.8. El espesor de la chapa no debe cambiar bruscamente en la unión de las extremidades con la parte cilíndrica del depósito.

6.6.4.5. Elementos de servicio

6.6.4.5.1. Los elementos de servicio deben estar dispuestos de forma que no corran el riesgo de ser arrancados o dañados durante el transporte y la manipulación. Si el acoplamiento del bastidor con la cisterna, o de la camisa con el depósito permite un movimiento relativo entre ellos, han de sujetarse los elementos de servicio de forma que ese movimiento no ocasione ningún daño a los órganos activos. Los accesorios exteriores de vaciado (encastres de los tubos, dispositivos de cierre), la válvula interna de cierre y su asiento deben estar protegidos contra el riesgo de ser arrancados por fuerzas exteriores (por ejemplo mediante el uso de dispositivos de cizallamiento). Los dispositivos de llenado y vaciado (incluidos las bridas y los tapones roscados) y las tapas protectoras, si las hubiere, deben poder fijarse para evitar su apertura fortuita.

6.6.4.5.2. Todas las aberturas de llenado y de descarga de una cisterna portátil que se utilice para el transporte de gases licuados refrigerados inflamables deben estar provistas como mínimo de tres dispositivos de cierre independientes entre sí, dispuestos en serie: el primero será una válvula de cierre, situada lo más cerca posible de la camisa; el segundo, una válvula de cierre, y el tercero, una brida ciega o un dispositivo equivalente. El dispositivo de cierre más próximo a la camisa debe ser un dispositivo de obturación instantánea que se cierre automáticamente si la cisterna portátil experimenta un movimiento anormal durante el llenado o el vaciado, o si queda envuelta en llamas. Este dispositivo debe también poder accionarse con mando a distancia.

6.6.4.5.3. Todas las aberturas de llenado y de descarga de una cisterna portátil que se utilice para el transporte de gases licuados refrigerados ininflamables deben estar provistas de al menos dos dispositivos de cierre independientes, dispuestos en serie: el primero será una válvula de cierre, situada lo más cerca posible de la camisa exterior, y el segundo, una brida ciega o un dispositivo equivalente.

6.6.4.5.4. Los tramos de tubería que puedan cerrarse por ambos extremos, y en los cuales pueda quedar aprisionado un producto líquido, deben estar provistos de un dispositivo automático de reducción de la presión que impida un aumento excesivo de ésta dentro de la tubería.

6.6.4.5.5. Las aberturas de inspección no son necesarias en el caso de las cisternas aisladas por vacío.

6.6.4.5.6. Siempre que sea posible, los accesorios exteriores deben ir agrupados.

6.6.4.5.7. Todas las conexiones de la cisterna portátil deben llevar marcas que indiquen claramente sus respectivas funciones.

6.6.4.5.8. Las válvulas de cierre y demás medios de cierre deben ser diseñados y construidos para que resistan una presión nominal que no debe ser inferior a la presión de servicio máxima autorizada del depósito, teniendo en cuenta las temperaturas previstas durante el transporte. Las válvulas de cierre con vástago roscado deben cerrarse por rotación en el sentido de las agujas del reloj. Para las demás válvulas de cierre debe indicarse claramente la posición (abierta y cerrada) y la dirección de cierre. Todas las válvulas de cierre deben diseñarse de manera que no pueda producirse una apertura fortuita.

6.6.4.5.9. Cuando se utilicen compresores, las conducciones de líquido y vapor conectadas a los mismos deben estar provistas de válvulas lo más cerca posible de la camisa, a fin de que no se pierda el contenido si el compresor sufre algún daño.

6.6.4.5.10. Las tuberías se deben diseñar, construir e instalar de manera que no corran el riesgo de ser dañadas por la dilatación y la contracción térmicas, los choques y las vibraciones. Todas las tuberías deben ser de un material apropiado. A fin de evitar fugas en caso de incendio, entre la camisa y el acoplamiento con el primer cierre de cualquier orificio de salida deben utilizarse únicamente tuberías de acero y juntas soldadas. La técnica que se emplee para unir el cierre con ese acoplamiento debe ser satisfactoria a juicio de las autoridades competentes o de la entidad por ellas autorizado. En otros lugares, las juntas de las tuberías se soldarán cuando sea necesario.

6.6.4.5.11. Las juntas de las tuberías de cobre deben hacerse con soldadura fuerte o tener una unión metálica de igual resistencia. El punto de fusión de los materiales utilizados para la soldadura fuerte no debe ser inferior a 525 °C. Las juntas no deben reducir la resistencia de las tuberías, como puede ocurrir con las uniones roscadas.

6.6.4.5.12. Los materiales de construcción de las válvulas y los accesorios deben tener propiedades satisfactorias a la temperatura mínima de utilización de la cisterna portátil.

6.6.4.5.13. La presión de reventazón de todas las tuberías y de todos sus accesorios no debe ser inferior al mayor de los dos valores siguientes: el cuádruple de la presión de servicio máxima autorizada del depósito o el cuádruple de la presión a la que pueda estar sometido el depósito en servicio por la acción de una bomba u otro dispositivo (excepto los de reducción de la presión).

6.6.4.6. Dispositivos de reducción de la presión

6.6.4.6.1. Todo depósito debe ir provisto de al menos dos dispositivos de reducción de la presión independientes, accionados por resorte, que deben abrirse automáticamente a una presión no inferior a la presión de servicio máxima autorizada y estar completamente abiertos a una presión igual al 110% de la presión de servicio máxima autorizada. Los dispositivos deben cerrarse, después de la descarga, a una presión no inferior en más de un 10% a la presión a la que empieza la descarga y permanecer cerrados a todas las presiones más bajas. Los dispositivos de reducción de la presión deben ser de un tipo que resista los esfuerzos dinámicos, incluidos los debidos al movimiento del líquido.

6.6.4.6.2. Los depósitos destinados al transporte de gases licuados refrigerados ininflamables y de hidrógeno podrán ir provistos, además, de discos frangibles montados en paralelo con los dispositivos accionados por resorte, tal como se dispone en los párrafos 6.6.4.7.2 y 6.6.4.7.3.

6.6.4.6.3. Los dispositivos de reducción de la presión deben estar proyectados de manera que impidan la entrada de objetos extraños, los escapes de gas y todo aumento peligroso de la presión.

6.6.4.6.4. Los dispositivos de reducción de la presión deben ser aprobados por las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada.

6.6.4.7. Capacidad y ajuste de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.4.7.1. En el caso de que se produzca una pérdida de vacío en una cisterna aislada por este medio, o una pérdida del 20% del aislamiento en una cisterna aislada con materiales sólidos, la capacidad conjunta de todos los dispositivos de reducción de la presión instalados debe ser suficiente como para impedir que la presión (incluida la presión acumulada) dentro del depósito sobrepase el 120% de la presión de servicio máxima autorizada.

6.6.4.7.2. En el caso de los gases licuados refrigerados ininflamables (excepto el oxígeno) y del hidrógeno, esta capacidad se podrá lograr utilizando discos frangibles en paralelo con los dispositivos de seguridad prescritos. Estos discos deben romperse a una presión nominal igual a la presión de prueba del depósito.

6.6.4.7.3. En las condiciones indicadas en los párrafos 6.6.4.7.1 y 6.6.4.7.2 y con la cisterna completamente envuelta en llamas, la capacidad conjunta de todos los dispositivos de reducción de la presión instalados debe ser suficiente como para impedir que la presión en el depósito sobrepase la presión de prueba.

6.6.4.7.4. La capacidad exigida de los dispositivos de reducción de la presión se calculará con arreglo a una reglamentación técnica reconocida aceptada por la autoridad competente*.

6.6.4.8. Marcado de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.4.8.1. Todo dispositivo de reducción de la presión debe tener marcados, con caracteres claramente legibles e indelebles, los siguientes datos:

- a) la presión (en bar o kPa) a la que esté previsto que funcione;
- b) la tolerancia autorizada a la presión de descarga para los dispositivos de muelle;
- c) la temperatura de referencia correspondiente a la presión de régimen para los discos frangibles; y
- d) la capacidad nominal de conducción del dispositivo en metros cúbicos de aire por segundo (m^3/s) en condiciones normales.

Cuando sea posible, también debe figurar la siguiente información:

- d) el nombre del fabricante y el número de catálogo correspondiente.

6.6.4.8.2. La capacidad nominal de conducción indicada en los dispositivos de reducción de la presión se determina según la norma ISO 4126-1:1996.

6.6.4.9. Tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión

6.6.4.9.1. Los tubos de conexión con los dispositivos de reducción de la presión deben ser de tamaño suficiente para que el volumen de gas requerido pueda llegar sin dificultad al dispositivo de seguridad. No se debe instalar ninguna válvula de cierre entre el depósito y los dispositivos de reducción de la presión, a no ser que haya instalados dispositivos duplicados para el mantenimiento o por otras razones y que las válvulas de cierre conectadas a los dispositivos efectivamente en funcionamiento estén inmovilizadas en posición abierta o acopladas entre sí de forma que siempre se cumplan los requisitos enunciados en la parte 6.6.4.7. Ninguna abertura que conduzca a un orificio de escape o dispositivo de reducción de la presión debe estar obstruida de manera que se obstaculice o se cierre el paso del depósito al dispositivo. Cuando los dispositivos de reducción de la presión tengan tuberías de escape de vapores o líquidos, éstas deben dar salida a la atmósfera al vapor o al líquido de forma que sea mínima la contrapresión ejercida sobre los dispositivo de seguridad.

* Véase, por ejemplo, CGA S-1.2-1995.

6.6.4.10. Emplazamiento de los dispositivos de reducción de la presión

6.6.4.10.1. Todos los orificios de admisión de los dispositivos de reducción de la presión deben estar situados en la parte superior del depósito, lo más cerca posible del centro longitudinal y transversal del mismo. Todos los orificios de admisión de los dispositivos de reducción de la presión, en las condiciones de tasa máxima de llenado, deben estar situados en el espacio de vapor del depósito y los dispositivos deben estar dispuestos de forma que el vapor salga libremente. En el caso de gases licuados refrigerados, la salida de vapor debe estar dirigida de manera que éste no pueda tropezar con la cisterna. Se permite el uso de dispositivos de protección para desviar el chorro de vapor, a condición de que no disminuya la capacidad requerida del dispositivo de reducción de la presión.

6.6.4.10.2. Se deben tomar medidas para impedir que las personas no autorizadas tengan acceso a los dispositivos de reducción de la presión y para evitar que éstos sufran daños en caso de vuelco de la cisterna.

6.6.4.11. Dispositivos indicadores

6.6.4.11.1. Las cisternas portátiles, salvo las que se llenen a peso, deben ir provistas de uno o varios dispositivos indicadores. No se deben utilizar indicadores de nivel hechos de cristal ni indicadores hechos de otros materiales frágiles que estén en comunicación directa con el contenido del depósito.

6.6.4.11.2. En las cisternas portátiles aisladas por vacío, la camisa debe ir provista de un dispositivo de conexión para un indicador de vacío.

6.6.4.12. Soportes, bastidores y elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles

6.6.4.12.1. Las cisternas portátiles deben ser diseñadas y fabricadas con un soporte que asegure su estabilidad durante el transporte. En relación con este aspecto del diseño, se deben tener en cuenta las fuerzas que se indican en el párrafo 6.6.3.2.9 y el factor de seguridad indicado en el párrafo 6.6.3.2.10. Se consideran aceptables los patines, los bastidores, las cunas y otras estructuras similares.

6.6.4.12.2. La acción combinada de los soportes (cunas, bastidores, etc.) y de los elementos de elevación y de sujeción de las cisternas portátiles no debe someter a un esfuerzo excesivo ningún punto de la cisterna. Todas las cisternas portátiles deben estar provistas de elementos permanentes de elevación y de sujeción. Es preferible que éstos estén montados en los soportes de la cisterna portátil, pero pueden estar montados sobre placas de refuerzo fijadas en la cisterna en los puntos de apoyo.

6.6.4.12.3. En el diseño de soportes y bastidores se deben tener en cuenta los efectos de corrosión debidos al medio ambiente.

6.6.4.12.4. Se deben poder obturar los huecos de entrada de las horquillas elevadoras. Los medios de obturación deben ser un elemento permanente del bastidor o estar permanentemente fijados a éste. No es necesario que las cisternas portátiles de compartimiento único con una longitud inferior a 3,65 m estén provistas de huecos obturados, a condición de que:

- a) la cisterna y todos sus accesorios estén bien protegidos de los choques de las horquillas elevadoras; y
- b) la distancia entre los centros de los huecos para las horquillas elevadoras sea por lo menos igual a la mitad de la longitud máxima de la cisterna portátil.

6.6.4.12.5. Cuando las cisternas portátiles no estén protegidas durante el transporte, conforme a lo estipulado en el párrafo 4.2.3.3., los depósitos y los elementos de servicio deben estar protegidos contra los daños resultantes de choques laterales y longitudinales y de vuelcos. Los accesorios externos deben estar protegidos de modo que se impida el escape del contenido del depósito en caso de choque o de vuelco de la cisterna portátil sobre sus accesorios. Constituyen ejemplos de protección:

- a) la protección contra los choques laterales, que puede consistir en barras longitudinales que protejan el depósito por ambos lados a la altura de la línea media;
- b) la protección de la cisterna portátil contra los vuelcos, que puede consistir en aros de refuerzo o barras fijadas transversalmente sobre el bastidor;
- c) la protección contra los choques por la parte posterior, que puede consistir en un parachoques o un bastidor;
- d) la protección del depósito contra los daños resultantes de choques o vuelcos utilizando un bastidor ISO conforme a la norma ISO 1496-3:1995;
- e) la protección de la cisterna portátil contra choques o vuelco mediante una camisa con aislamiento por vacío.

6.6.4.13. Aprobación del diseño

6.6.4.13.1. Para cada nuevo diseño de cisterna portátil, las autoridades competentes o la entidad por ellas autorizada deben expedir un certificado de aprobación del diseño. En ese certificado debe constar que la cisterna portátil ha sido examinada por esa autoridad, que es adecuada para el fin al que se la destina y que responde a las normas que se establecen en este capítulo. Si se fabrica una serie de cisternas portátiles sin modificación del diseño, el certificado debe ser válido para toda la serie. El certificado debe hacer referencia al informe de prueba del prototipo, a los gases licuados refrigerados que se permite transportar, a los materiales de construcción de la cisterna y la camisa, y al número de aprobación.

El número de aprobación debe componerse del signo o marca distintivos del Estado en cuyo territorio se haya concedido la aprobación, es decir, del signo distintivo que, conforme a la Convención de Viena sobre la Circulación, de 1968, se utiliza en el tráfico internacional, y de un número de registro. En el certificado debe indicarse, si la hubiere, cualquier otra disposición con arreglo a lo indicado en el párrafo 6.6.1.2. La aprobación de un diseño puede aplicarse a cisternas portátiles más pequeñas hechas de materiales de la misma clase y del mismo espesor, con las mismas técnicas de fabricación, con soportes idénticos y sistemas de cierre y otros accesorios equivalentes.

6.6.4.13.2. El informe de prueba del prototipo para la aprobación del diseño debe incluir, por lo menos, los siguientes datos:

- a) los resultados de la prueba del bastidor aplicable, especificada en la norma ISO 1496-3:1995;
- b) los resultados de la inspección y pruebas iniciales previstos en el párrafo 6.6.4.14.3; y
- c) los resultados de la prueba de choque prevista en el párrafo 6.6.4.14.1, cuando proceda.

6.6.4.14. Inspección y pruebas

6.6.4.14.1. En el caso de las cisternas portátiles que responden a la definición de contenedor dada en el Convenio Internacional sobre la Seguridad de los Contenedores (CSC), se debe someter a pruebas de choque un prototipo representativo de cada diseño. El prototipo de cisterna portátil debe resultar capaz de absorber las fuerzas resultantes de un choque no inferior a 4 veces (4 g) la masa bruta máxima autorizada de la cisterna portátil a carga completa, con una duración característica de los choques mecánicos experimentados en el transporte ferroviario. A continuación figura una lista de la normativa sobre métodos aceptables para la realización de la prueba de choque:

Association of American Railroads,
Manual of Standards and Recommended Practices,
Specifications for Acceptability of Tank Containers (AAR.600), 1992

Canadian Standards Association (CSA),
Highway Tanks and Portable Tanks for the Transportation of Dangerous
Goods (B620-1987)

Deutsche Bahn AG
Zentralbereich Technik, Minden
Cisternas portátiles, prueba dinámica de choque longitudinal

Société Nationale des Chemins de Fer Français
C.N.E.S.T. 002-1966.
Contenedores cisterna, esfuerzos externos longitudinales y pruebas
dinámicas de choque

Spoornet, Sudáfrica
Engineering Development Centre (EDC)
Testing of ISO Tank Containers
Method EDC/TES/023/000/1991-06

6.6.4.14.2. La cisterna y los distintos componentes del equipo de cada cisterna portátil deben ser inspeccionados y probados, primero antes de ser puestos en servicio (inspección y pruebas iniciales) y después a intervalos de cinco años como máximo (inspección y pruebas periódicas) quinquenales con una inspección y prueba periódica intermedia (inspección y pruebas después de dos años y medio), que se efectuará a mitad del período de cinco años. Esta última inspección y pruebas pueden efectuarse dentro de los tres meses anteriores o posteriores a la fecha especificada. Cuando sea necesario, en virtud del párrafo 6.6.4.14.7, se efectuará una inspección y prueba excepcionales, independientemente de la fecha de la última inspección y prueba periódica.

6.6.4.14.3. Como parte de la inspección y pruebas iniciales de una cisterna portátil se debe proceder a una comprobación de las características del diseño, a un examen interno y externo del depósito de la cisterna portátil y de sus accesorios teniendo en cuenta los gases licuados refrigerados que se han de transportar en ella, y a una prueba de presión, teniendo en cuenta las presiones de prueba estipuladas en el párrafo 6.6.4.3.2. La prueba de presión puede ser hidráulica o puede utilizarse otro líquido o gas si lo aprueban la autoridad competente o la entidad por ella autorizada. Antes de que la cisterna portátil sea puesta en servicio, también debe efectuarse una prueba de estanquidad y una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio. Si el depósito y los accesorios han sido sometidos por separado a una prueba de presión, deben someterse juntos, una vez montados, a una prueba de estanquidad. Todas las soldaduras sometidas al nivel máximo de esfuerzo deben ser supervisadas en la prueba inicial por radiografía, por ultrasonidos o por otro método apropiado no destructivo. Esta disposición no se aplica a la camisa.

6.6.4.14.4. La inspección y pruebas periódicas quinquenales e intermedias (a los dos años y medio), deben comprender un examen externo de la cisterna portátil y de sus accesorios, teniendo debidamente en cuenta los gases licuados refrigerados que se transportan, una prueba de estanquidad, una prueba de funcionamiento satisfactorio de todos los elementos de servicio y una comprobación del vacío, cuando proceda. En el caso de las cisternas no aisladas por vacío la camisa y el aislamiento se retirarán durante las inspecciones periódicas quinquenales e intermedias, pero solamente en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que se encuentra la cisterna.

6.6.4.14.5. Además, en la inspección y pruebas periódicas quinquenales de las cisternas no aisladas por vacío se deben retirar la camisa y el aislamiento, pero solamente en la medida necesaria para apreciar bien el estado en que se encuentra la cisterna.

6.6.4.14.6. No se puede llenar ni presentar para su transporte una cisterna portátil después de la fecha de expiración de la última inspección y prueba periódica quinquenal o de los dos años y medio previstas en el párrafo 6.6.4.14.2. Sin embargo, una cisterna portátil que se haya llenado antes de la fecha de expiración de la última inspección y prueba periódica puede ser transportada durante un período que no exceda de tres meses de dicha fecha. Además, las cisternas portátiles pueden transportarse después de la fecha de expiración de la última prueba e inspección periódica:

- a) vacías y sin limpiar con objeto de someterlas a la siguiente prueba o inspección requerida antes de volver a llenarlas; y
- b) salvo disposición en contrario de las autoridades competentes, durante un período máximo de seis meses después de la fecha de expiración de la última prueba o inspección periódica, con objeto de posibilitar el regreso de mercancías peligrosas para su eliminación o reciclado. En el documento de transporte debe constar esta exención.

6.6.2.14.7. La inspección y pruebas excepcionales son necesarias cuando hay indicios de que la cisterna portátil tiene zonas dañadas o corroídas, o tiene escapes u otros indicios de deficiencias que puedan afectar a su integridad. El nivel de la inspección y pruebas excepcionales dependerá de la importancia de los daños o deterioros sufridos por la cisterna portátil. Deben incluir por lo menos la inspección y pruebas efectuadas a los dos años y medio con arreglo al párrafo 6.6.4.14.4.

6.6.4.14.8. En el examen interno durante la inspección y prueba inicial debe comprobarse que se inspecciona el depósito para comprobar si tiene picaduras, corrosión, abrasiones, abolladuras, deformaciones, defectos de soldadura o cualquier otra anomalía que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura para el transporte.

6.6.4.14.9. En el examen externo de la cisterna portátil se debe comprobar que:

- a) se inspeccionan las tuberías externas, las válvulas, los sistemas de presurización/refrigeración cuando proceda, y las juntas para comprobar si existen zonas de corrosión, defectos y otras anomalías, incluidos los escapes, que puedan hacer que la cisterna portátil no sea segura durante el llenado, el vaciado o el transporte;
- b) no hay escapes en los agujeros de hombre o las juntas;
- c) se reponen los pernos o tuercas que falten o se aprietan los pernos o tuercas sueltos en las juntas con brida o en las bridas ciegas;
- d) todos los dispositivos y válvulas de emergencia están exentos de corrosión, deformación o cualquier daño o defecto que pueda impedir su funcionamiento normal. Deben hacerse funcionar los dispositivos

de cierre a distancia y las válvulas de cierre automático para comprobar que funcionan correctamente;

- e) las marcas prescritas sobre la cisterna portátil son legibles y cumplen las disposiciones aplicables; y
- f) el bastidor, los soportes y los elementos de elevación de la cisterna portátil se encuentran en buen estado.

6.6.4.14.10. Un técnico aprobado por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada debe realizar o presenciar las inspecciones y pruebas indicadas en los párrafos 6.6.4.14.1, 6.6.4.14.3, 6.6.4.14.4, 6.6.4.14.5 y 6.6.4.14.7. Si la prueba de presión forma parte de la inspección y las pruebas, la presión de prueba debe ser la que se indique en la placa de inspección de la cisterna portátil. La cisterna debe ser inspeccionada a presión para determinar si existen escapes en el depósito, las tuberías o los elementos de servicio.

6.6.4.14.11. Todos los trabajos de corte, quemado o soldadura que se realicen en el depósito de una cisterna portátil deben ser aprobados por la autoridad competente o la entidad por ella autorizada teniendo en cuenta el código para recipientes a presión utilizado en la construcción del depósito. Una vez terminados esos trabajos, se debe efectuar una prueba de presión a la presión de prueba inicial.

6.6.4.14.12. Si se comprueba que la cisterna portátil tiene un defecto que la hace insegura, la cisterna no debe ponerse de nuevo en servicio mientras no haya sido reparada y haya superado una nueva prueba.

6.6.4.15. Marcado

6.6.4.15.1. Toda cisterna portátil debe tener una placa de metal resistente a la corrosión, fijada de modo permanente en un lugar bien visible y de fácil acceso para la inspección. Si por la configuración de la cisterna portátil la placa no puede fijarse de modo permanente sobre el depósito, se deberá indicar sobre éste al menos la información prescrita por el código para recipientes a presión. En la placa se grabará, por estampado o por otro método similar, como mínimo la siguiente información:

País de fabricación

U	País de	Número de	Otras disposiciones
N	aprobación	aprobación	"AA"

Nombre o marca del fabricante

Número de serie del fabricante

Entidad autorizada para la aprobación del diseño

Número de matrícula del propietario

Año de fabricación

Código para recipientes a presión al que se ajusta el diseño del depósito

Presión de prueba _____ bar/kPa* efectivos

Presión de servicio máxima autorizada _____ bar/kPa* efectivos

Temperatura mínima de proyecto _____ °C

Capacidad de agua a 20 °C _____ litros

Fecha de la prueba de presión inicial e identidad del testigo

Material(es) del depósito y referencia(s) estándar

Espesor equivalente en acero de referencia _____ mm

Fecha y tipo de la(s) prueba(s) periódica(s) más reciente(s)

Mes _____ Año _____ Prueba de presión _____ bar/kPa* efectivos

Sello del técnico que realizó o presenció la prueba más reciente

Denominación completa de los gases para cuyo transporte se aprueba la cisterna portátil

Aislamiento (indíquese "térmico" o "por vacío")

Eficacia del sistema de aislamiento (absorción de calor) _____ vatios (W)

Tiempo de retención de referencia _____ días u horas y valor inicial de la presión _____ bar/kPa efectivos* y del grado de llenado _____ en kg para cada gas licuado refrigerado cuyo transporte se autoriza.

6.6.4.15.2. En la cisterna portátil misma o en una placa de metal sólidamente fijada a la cisterna se deben marcar, además, los siguientes datos:

Nombre del propietario y de la empresa explotadora

Nombre del gas licuado refrigerado que se transporta (y temperatura media mínima de la carga)

Masa bruta máxima autorizada _____ kg

Tara _____ kg

* Se indicará la unidad utilizada.

Tiempo de retención real del gas que se transporta _____ días (u horas)

Nota: Para la identificación de los gases licuados refrigerados transportados véase también la parte 5.
